

出國報告（出國類別：洽公）

參加WANO亞特蘭大中心
DAVIS-BESSE核能電廠同業評估

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：林義興 核二廠劑量評估課長

派赴國家：美國

出國期間：112年 07月 25日 ~

112年 08月 20日

報告日期：112年 09月 28日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加 WANO 亞特蘭大中心 DAVIS-BESSE 核能電廠同業評估

頁數 13 含附件：是 否

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

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

林義興/台灣電力公司/核二廠/核能工程監/(02)24985990-EXT3731

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 開會6 其他(洽公)

出國期間：112 年 7 月 25 日至 112 年 8 月 20 日

派赴國家/地區：美國

報告日期：112 年 9 月 28 日

關鍵詞：WANO、世界核能發電協會、同業評估

內容摘要：

世界核能發電協會(World Association of Nuclear Operators, WANO)亞特蘭大中心(Atlanta Centre offices, AC)邀請本公司派員參加在美國 Davis-Besse核能電廠執行輻射防護領域同業評估，藉由此參與難得的機會，培養自身對WANO輻射評估領域之績效目標及準則執行敏感度，並能更深入熟悉美國電廠進行評估準備過程的運作及現場評估作業實務的技巧，此外亦可藉由評估作業協助Davis-Besse核能電廠建立符合WANO準則要求之輻射防護作業，並期盼經參與本次評估作業學習國外核能電廠輻射防護之優點，作為本公司核能電廠之借鏡。

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

目 錄

目 錄.....	II
壹、目的.....	1
貳、出國行程.....	1
參、出國任務過程摘要.....	2
一、出國前先期作業.....	2
二、同業評估勤前準備.....	3
三、同業評估.....	4
肆、心得及建議.....	9

壹、目的

世界核能發電協會(World Association of Nuclear Operators, 以下簡稱WANO)亞特蘭大中心(Atlanta Centre offices,以下簡稱AC)邀請本公司派員符合資格之評估員參加在美國Davis-Besse核能電廠執行輻射防護領域同業評估任務，藉由此參與難得的機會，不僅有助於瞭解WANO輻射評估領域的最新趨勢和執行標準，亦可更深入地瞭解美國核電廠在評估準備過程和實際現場評估與實作方面的卓越技術和經驗。

派員參與同業評估不僅為了學習，更是為了協助與共享知識之交流；任務本身目的係為協助Davis-Besse核能電廠建立符合WANO準則要求之高效能的輻射防護作業，並提供本次同業評估的結果作為Davis-Besse核能電廠持續改進的催化劑，另一個目的係為國際交流共享知識，評估員將國外核能電廠在輻射防護方面良好的策略及時回饋，不斷提升核能領域的輻射防護標準，以確保核能發電的安全運營。

貳、出國行程

此次Davis-Besse核能電廠同業評估任務自112年07月25日起至112年08月20日止，其中包含於WANO亞特蘭大中心勤前準備及Davis-Besse核電廠執行同業評估任務，公務行程共計27天，公務行程如表1：

表1：公務行程規劃

起始日	迄止日	工作內容
07月25日	07月26日	台北→首爾→亞特蘭大
07月26日	08月05日	勤前訓練及準備
08月06日	08月18日	執行同業評估
08月19日	08月20日	亞特蘭大→首爾→台北

參、出國任務過程摘要

一、出國前先期作業

前往美國執行同業評估任務，須申請不需陪同人員(Unescorted Visit)狀況下可以自由進出核能電廠身分，而美國保防及反恐要求及意識相當高，申請手續相當的繁瑣且冗長，出發前需先填寫個人身家調查(Personal History Questionnaire, PHQ)給AC備查，且AC會委託專業調查機構Pinnacle公司獨立調查，該公司會依評估員提供多位參考人(reference)，以直接電話或E-mail詢問申請人(評估員)個人工作狀況或人格特質等問題，申請人務必慎選參考人人選及通知參考人務必留意來電或信箱，如無法於期限內完成調查，最嚴重會造成申請人因資格不符合而無法參與本次任務；評估員須提供個人財務信用狀況(本項可向財團法人聯合徵信中心申請信用紀錄)，因提供之財務信用狀況為個人資訊，依照個資法規定，AC承辦人員無法另外申請而驗證，但依程序需要獨立驗證提供資料可靠度，AC承辦人員會要求進行本人視訊且直接從網路申請並下載，將檔案密件傳送予AC人員確認；評估員尚須提供核電廠訓練紀錄包含保安、工業安全、輻射防護訓練與個人歷史輻射劑量紀錄。

評估員於出發前會收到WANO-AC委託美國國家核能訓練學院電腦學習網頁 (National Academy for Nuclear Training e-Learning, NANTel)之個人帳號/密碼，評估員須上該網頁使用這組帳號/密碼進入NANTel，並完成指定之進廠訓練認證，此外除通用制式的課程外，亦會針對不同核電廠要求增加訓練課程(附表2)。

表2、Davis-Besse核能電廠同業評估之NANTeL課程列表

項次	課程名稱	備註
1	網路安全意識 (Energy Harbor Cyber Security Awareness Cert)	電廠要求新增
2	緊急計畫整備年度訓練 (Energy Harbor Emergency Preparedness Annual Training Overview)	電廠要求新增
3	通用工作安全訓練 (Generic Awareness Cert)	
4	通用網路安全意識訓練 (Generic Cyber Security Awareness Cert)	
5	通用適職方案與行為觀察訓練 (Generic Fitness-for-Duty and Behavioral Observation Cert)	額外進行筆試
6	通用支援人員進廠訓練 (Generic Plant Access Training Supplemental Worker Cert)	額外進行筆試
7	通用支援人員輻射防護訓練 (Generic Radiation Worker Training Supplemental Worker Cert)	額外進行筆試
8	INPO同業評估員作業訓練 (INPO IPEER Cert)	
9	核能工作者基礎訓練 (Nuclear Citizenship Cert)	

二、同業評估勤前準備

WANO-AC要求須於隔離周(Sequester Week)前抵達亞特蘭大，AC承辦人員會安排評估員先進行庶務程序，及再次確認先前提供之身家調查資料及相關文件，並建立個人資料檔案(指紋辨識)，接續執行正式藥物及酒精反應測試，因該項測試均需要正確填寫相關資訊，且測試結果亦須提送美國核能管理委員會(Nuclear Regulatory Commission, NRC)備查，AC承辦人員執行時確實依照確認表逐項確認，包含說明評估員的權利與義務，測試過程中相當嚴謹且確實；NANTeL訓練課程中有三門線上課程要現場有AC承辦人員監考進行測驗，考試內容均為線上作答，

且每科成績需要超過80分方可通過，如無法第一次通過尚有第二次機會，另外尚須完成心理測驗(約三百題)，如測試結果判定有需要再進一步約談，AC承辦人員將另安排心理醫師進行面對面約談(Psychological Interview)。

三、同業評估



圖、Davis-besse核能發電廠廠區圖

Davis-Besse核能電廠為單一機組壓水反應爐(Pressurized Water Reactor, PWR)，且具有1,248兆瓦(MW)發電能力的核能發電廠，其座落於俄亥俄州(State of Ohio)奧克港東北方附近，該電廠自1978年起投入運營，至今已有數十年的歷史，目前由Energy Harbor公司經營，該公司旗下共有三座核能電廠，另外兩座分別為Beaver Valley Power Station兩部PWR機組及Perry Nuclear Generating Station單部機組BWR-6(Mark 3)。

Davis-Besse核能電廠願景為高度重視工業安全和環境保護，實施嚴格的安全措施，以確保員工和周圍社區的安全，同時亦積極參與核廢料的妥善處理，以減少對環境的影響；Davis-Besse核能電廠為當地經濟做出了重要貢獻，除提供了大量的工作機會，同時也支持了當地企業；

核能發電係為一種清潔、高效的能源形式，不僅可以提供穩定的電力供應，還有助於減少溫室氣體排放，應對氣候變化，未來隨著能源需求的增加和環保意識的提高，Davis-Besse核能電廠展望繼續能在美國能源供應中發揮重要作用，同時也會不斷精進自身核心技術，以確保可持續運營(目前已獲得NRC再運轉20年許可)。

同業評估任務會希望用多元角度進行評估作業，為此目的WANO會從全球不同的核能電廠中選擇並組成一支多元化的評估團隊，且該團隊成員通常是經驗豐富的核能專家，並需具有廣泛的核能知識和技術專長，而本次評估團隊成員(共23員)及領域如附表3，其評估團之組成，除了美國核電運營研究所(Institute of Nuclear Power Operations, INPO)選派之合格領域評估員，另包含美國其他電力公司支援之專家，以及由WANO其他中心代表支援之專家，包括：巴西（巴黎中心代表）、台灣（東京中心代表）、加拿大（亞特蘭大中心代表）。

第一周，評估團隊會對Davis-Besse核能電廠提供的資料，文件包括運營記錄、輻射相關安全文件、輻射工作人員訓練記錄等，進行詳細閱讀和分析，並開始探討該電廠與業界標準可能存在的差距（GAP），其主要評估標準仍然是依據WANO PO&C，但評估團隊亦會參考了INPO相關準則以提供業界的標準，各評估領域亦會制定實地現勘之評估計畫，制定計畫過程將密集與電廠的相關單位密切聯繫，以減少雙方之間後續評估作業的認知差異。評估團隊會議中提出各領域可能的GAP及預擬訂之領域評估計畫，以利其他領域的成員提出挑戰或提供跨領域的信息。

表3、Davis-Besse同業評估成員及各領域列表。

項次	領域	縮寫	備註
1	Team Leader WANO Team Leader	TL	
2	Team Leader WANO Trainee	TL	
3	Operations Evaluator Team Member	OP	
4	Operations Evaluator SRO Peer	OP	
5	Maintenance and Work Management Team Member	MW	
6	Maintenance and Work Management Peer	MW	
7	Maintenance and Work Management Coach	MW	
8	Chemistry Team Member	CY	
9	Equipment Reliability Team Member	ER	
10	Engineering/Configuration Management Trainee	EN/CM	
11	Configuration Management Peer	CM	
12	Radiation Protection Team Member	RP/IS	
13	Radiation Protection Trainee	RP	
14	Radiation Protection Peer	RP	
15	Training Team Member	TR	
16	Emergency Management Team member	EP	
17	Organizational Effectiveness Host Utility Peer	OR	2名
18	Organizational Effectiveness Peer	OR	
19	Organizational Effectiveness/ PI Emphasis Team Leader	OR/PI	
20	Organizational Effectiveness/ PI Emphasis Trainee	OR/PI	
21	Industrial Advisor Domestic Industry Advisor	-	
22	Exit Representative	-	

第二周，評估團隊抵達核能電廠時，將立即與當地團隊進行會議，並說明本次評估的重點，評估團隊與核能電廠的工作人員將充分進行討論，詳細瞭解各領域及電廠運營情況後，評估團隊開始進入核能電廠，並先進行電廠內部的設施狀況、安全程序和環境情形現場探查。

美國核電廠的保安措施相當嚴謹，於該電廠之主警衛室的入口周圍有大型混凝土塊層層圍住，邊界部分會使用電子圍籬且上方設置刺網，以防止未經授權的人員進入；進入保護區時，人員必須經過爆裂物偵測器和金屬探測門進行檢查，其保安人員都配備了長槍和穿防彈背心，通過繁瑣安全檢查後，仍需使用個人識別證刷卡及個人指紋辨識，等待機器辨識並亮起綠燈後，方可進入保護區，經上述多重措施以確保核電廠安全性和防護措施可靠性。

進入管制區前，工作人員會先確認有否攜帶法定劑量計(Thermoluminescent Dosimeter, TLD)，亦會確認個人防護裝備是否有正確配戴，包含:工安鞋、工安帽、工安眼鏡及耳塞等均要正確配戴後，前往管制站與管制站人員說明今日工作內容，管制站人員將依據工作內容及工作區域，告知工作人員工作區域之輻射劑量率、污染狀況及應注意輻射偏高區域，低劑量率區域等輻防指令，包含可能會經過之區域，討論完畢後工作人員自行索取電子式劑量計(Electronic Personal Dosimeter, EPD)進行登入，並掃描今日工作單編號及輻射工作許可證，最後確認螢幕上顯示電子式劑量計警報設定點、預期本次接受到的輻射劑量，方可進入管制區。

前往工作區域時路程中經過之每扇防火門，陪行工作人員均會確實關閉，且會進行挑戰(Challenge)是否確實關閉，以防止不明人士跟隨進入，該動作已融入電廠工作人員文化中；現勘過程經常會發現現場有持長槍之保安人員進行巡查作業，再次顯示廠房內之保安意識亦相

當注重，抵達後工作現場工作人員會將手持小卡進行2分鐘現場討論(2 minutes Drill)討論完成後才會進行今日工作，其小卡內容摘述如表4，為電廠近年積極推動之策略，且不僅限於現場工作，全廠性每日晨間會議後，各小組議會花些許時間進行，也會分享在日常生活上應用及以往經驗等，以強化該項策略融入工作人員生活中。

表4、兩分鐘現場討論內容表

項次	核對內容
1	工作地點是否正確/工作設備是否正確
2	工作區域鑑別/減少/減緩風險
3	有無碰撞風險
4	邊界是否完整
5	什麼事發生可能使我們作業發生錯誤
6	什麼是我們可以預防的
7	有沒有任何狀況與先前任務檢視/工作前會議不同的

工作結束後工作人員會先至鄰近污染輻射偵檢器偵測，另於出管制區時，亦需針對所有隨身物品進行偵測，經使用小型箱型輻射偵測器且確認無污染後，工作人員會將隨身物品放置指定暫放區域，工作人員前往全身偵檢器進行全身污染偵檢，確認自身無污染後至登入櫃檯掃描條碼進行EPD歸還，並確認本次作業接收劑量值。

評估團隊會針對先前準備各領域可能的GAP及預擬訂之領域評估計畫，及統合進行現場實際勘查狀況，包含電廠狀況及作業觀察，工作人員之工作習慣，另電廠各領域對應部門有提供可以給業界參考或是對電廠有特別的貢獻策略或措施之敘述，評估團隊依據提供內容進行後續評估作業，以發展後續強項(Strength)的依據，另成立條件必須為

近5年的發生的案例，且對業界特殊性值得參考，或對電廠有顯著貢獻。

第三周，兩位業界專家加入評估團隊，原先評估團隊精簡領域及成員，重新組織團隊會集中針對有可能發展AFI(Areas for Improvement)領域進行密集式的討論，亦會於晚上時間進行會議討論，以將後續評估結果提供給受評估電廠；評估團隊最後一天之離廠會議，電廠高層長官均會親自抵達，並透過對各領域之發現進行逐項探討，以確認評估結果是對電廠有幫助，且可以解決；WANO同業評估作業是一個持續進步且精心設計的作業，最高宗旨為確保核能電廠的安全性和運營效率，經過定期評估與持續精進，能讓核能業界不斷往最高標準前進並確保核能工業可永續發展。

肆、心得及建議

管制區內維護部門設置集中式工具室，為了確保管制區域內的工具使用和歸還遵守嚴格的管制和安全標準，已經設置了一個集中式工具室，並實行了相關的管理流程；於管制區集中式工具室設置之目的，可減少手工具進入與離開管制區之管制風險；如有特殊工具為工具室無法提供的，維護部門正式申請申請表，表格內容詳細說明他們需要此工具理由及後續如何處理等繁瑣程序，另所有工具借用和歸還都必須進行表單記錄和管控，專人追蹤工具的使用情況，維護組於工具歸還之前，所有工具都經過仔細的檢查和測量，以確保它們沒有附著性污染，如果存在附著性污染，則必須按照相關標準進行處理，另一方面如果工具為固著性污染會使用紫色標記，以表示僅能於污染區域內使用，且集中式工具室必需定期分區域進行逐項工具污染偵測，以確保工具無輻射污染。

為持續強化工作人員劑量抑低之文化，該核能電廠內積極實踐ALARA (As Low As Reasonably Achievable) 原則，例如進行工作前的會

議中討論劑量管制相關議題，並會與工作人員討論有關劑量率範圍及相關輻射防護措施；另於電廠內部到處可見各種告示來提醒工作人員有關輻射、污染和空氣中輻射狀況等相關情況，告示內容通常以圖示形式呈現，且不須註明日期和數值，但詳細偵測數據會定期更新於網頁，以提供工作人員進入管制區域前，工作區域最新的輻射情況以及相關的輻射安全訊息。值得參考現場輻射示警告示牌僅以圖示形式呈現，可減少現場更新輻射告示牌時可能出現的人為失誤，同時該作法應足夠提供工作人員輻射資訊。