

出國報告（出國類別：洽公）

參加世界核能發電協會（WANO）
PALO VERDE核能電廠同業評估

服務機關：台灣電力公司第三核能發電廠

姓名職稱：廢處組熱減容課長 黃武穎

出國地區：美國 亞特蘭大、鳳凰城

出國期間：自107年05月22日至107年06月17日

報告日期：107年07月03日

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核能電廠同業評估

頁數17 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

黃武穎/台灣電力公司/核三廠/核能工程監/(08)8893470-EXT2990

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：107.05.22－107.06.17 出國地區：美國

報告日期：107 年 07 月 03 日

分類號/目

關鍵詞：WANO-AC 世界核能發電協會-亞特蘭大中心；PWR 壓水式反應器

內容摘要：

世界核能發電協會（WANO）對於各會員電力公司皆會定期安排同業評估團，前往該會員電力公司旗下之核能電廠，以核能業間高標準之績效目標準則(PO&C)，進行同業評估。藉由同業評估活動，可以將各會員電力公司間的差距拉近，一起邁向卓越，確保核能安全與電廠之可靠度。目前亞特蘭大中心（WANO-AC）之同業評估頻次為 2 年一次(WANO-TC 東京中心為 4 年一次)，本次參與之 PALO VERDE 電廠屬於 WANO-AC 會員，評估團之組成，除了 WANO-AC 本身之專業評估員外，尚會邀請其他區域中心選派專家參與以達到國際同業評估之規模與目的。本公司隸屬於東京中心。本次出國任務乃是應 WANO-AC 之邀請，代表東京中心參加美國 PALO VERDE 核能電廠同業評估，擔任設備可靠度管理（ER:Equipment Reliability）之評估員。藉由評估作業協助該核能電廠，追求卓越績效與表現，並汲取同業間實務優良典範，作為本公司之借鏡，進行標竿學習，促進核能安全。

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、出國任務及目的.....	1
貳、出國行程.....	3
參、出國任務主要內容.....	5
肆、心得與建議	16

壹、出國任務及目的：

本次出國任務乃是應世界核能發電協會亞特蘭大中心（WANO-AC）之邀請，代表東京中心參加美國亞利桑那州 PALO VERDE 核能電廠同業評估，擔任設備可靠度（ER）之評估員。藉由本項同業評估作業協助該核能電廠，追求卓越績效與表現，並汲取同業間實務優良典範，作為本公司之借鏡，進行標竿學習，促進核能安全。

WANO 對於各會員電力公司皆會定期安排評估團，前往該會員電力公司旗下之核能電廠，以同業間高標準之績效目標準則(PO&C：Performance Object & Criteria)，進行同業評估。藉由同業評估活動，可以將各會員電力公司間的差距拉近，一起邁向卓越，確保核能安全。

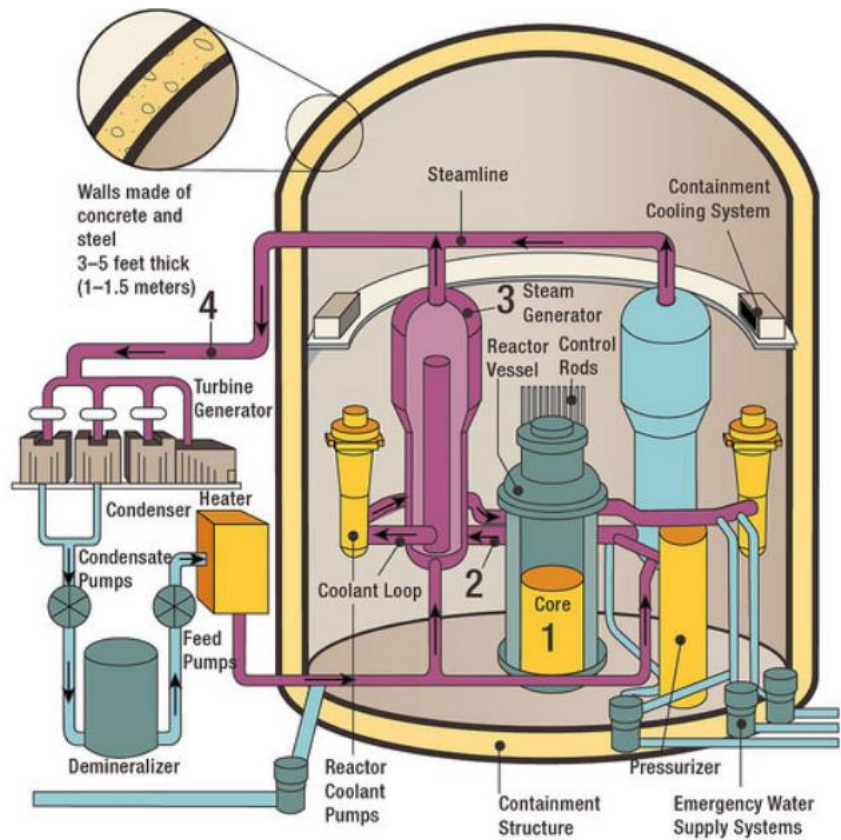
而本次評估團之組成，除了亞特蘭大中心本身之永久雇員(Permanent employee)外，另包含會員電力公司派駐 WANO-AC/INPO 的借調員工(Loaned employee)、美國電力公司選派之專家、以及由 WANO 其他三個區域中心（Continental Region Center）代表或美國以外電力公司支援之專家，包括：捷克（莫斯科中心代表）、巴西（巴黎中心代表）及台灣（東京中心代表）等。本次評估團隊之任務，前往 PALO VERDE 核能電廠進行兩年一次之同業評估活動，將電廠 2016 至 2018 年間之表現以 WANO 之績效目標與準則（PO&C）和業界高標準（Excellent Industry Standard）相比較，藉由評估活動發掘待改進事項和傳遞其他同業間實務的優良典範，以協助核能電廠提升卓越的領導、運轉、維護、工程管理和核安文化水平。

此次參與 PALO VERDE 核能電廠同業評估活動，可汲取美國核能電廠各相關評估領域之優良經驗，將此作為精進借鏡，視需要擇優進行標竿學習（Benchmarking），促進本公司核能發電安全和高效能，一同朝向卓越邁進。

Palo Verde 核電廠位於美國亞利桑那州西南方，屬內陸型 PWR 核發電廠，官方資料顯示其為目前世界最大非臨大水域(非依靠大海或大湖散熱) 核發電廠，位於亞利桑那沙漠中並依靠鄰近城市污水系統之排水經處理後作為最終熱沈之散熱水源。此電廠含三座機組單一機組原始設計發電量為 1.27 百萬千瓦發電量（比核三廠 95 萬千瓦稍大）經數次功率提升改善後已達 1.4 百萬千瓦，

主要提供南加州及南亞利桑那州人口密集區域民間與工業用電。

Palo Verde 核電廠三座機組於西元 1988 年開始全功率運轉（核三為 1985 年）所屬員工約 2055 員（核三廠 2 機組約 600 員）；其一次側系統屬燃燒工程公司（COMBUSTION ENGINEERING）設計之 SYSTEM 80（Two loops 雙迴路設計）標準型壓水式反應器 PWR，此設計之特殊性為 2×4 設計（單一機組內含 2 座大型蒸汽產生器及 4 部 RCP 反應器冷卻泵；核三廠為 Three Loops 三迴路設計，3 座蒸汽產生器及所屬之 3 部 RCP 反應器冷卻泵）。其二次側系統屬 GE 設計之渦輪發電機，最大發電容量 1.477 百萬千瓦（安裝時為是世界最大之發電量設計）。其空照圖顯示其三部機組，成拱型南北向排列且與美國其他多機組型核電廠之最大差別為 Palo Verde 核電廠三座機組個別獨立（獨立控制室廠房、汽機廠房等與核三類似），此工程設計之建造成本會較高但可免除機組間之相互干擾（獨立性及安全性高），其圍阻體內容積 2.6 百萬立方尺（稍大於核三廠 2.03 百萬立方尺），屬大型圍阻體設計方便於運轉與維護（示意圖如下所示）。



貳、出國行程紀要：

時間（當地時間）	工作行程紀要
107/05/22 ~107/05/22 路程	往程：高雄—東京—洛杉磯—亞特蘭大
107/05/23 ~107/05/25 報到週-適職方案行政處理	Peer orientation and in-processing at WANO-AC <ol style="list-style-type: none"> 1. 個人身家資料確認 2. 電廠Unescorted Assess 資料填報 3. 照相、指紋建檔及心理測驗 4. NANTel 網路課程測驗
107/05/28(SEQUESTER WEEK 隔離準備週星期一)	Team preparation and training at WNAO-AC <ol style="list-style-type: none"> 1. Individual preparations 2. Initial Team Meeting 3. Introductions 4. Team expectations 5. Host peer overview of station performance 6. Share initial Focus Areas
107/05/29(SEQUESTER WEEK 隔離準備週星期二)	Team preparation and training at WNAO-AC <ol style="list-style-type: none"> 1. Individual preparation 2. Peer Training as needed 3. Work with peers to refine focus areas, define their roles and responsibilities 4. Validate Focus Areas 5. Draft Review Plans 6. Counterpart Briefing <ul style="list-style-type: none"> -Initial Focus Areas _ Interview schedule _ Team Building
107/05/30(隔離準備週星期三)	Team preparation and training at WNAO-AC <ol style="list-style-type: none"> 1. Individual preparation 2. Team members meet to discuss focus areas as needed 3. Dept Mgrs review and provide feedback on ER Focus Areas 4. Counterpart Briefing 5. Focus areas and Key Observations
107/05/31(隔離準備週星期四)	Team preparation and training at WNAO-AC <ol style="list-style-type: none"> 1. 開始Practice Team Meeting導入進廠後團隊會議模式 2. Gap Focus Area Presentation by Functional Area lead 3. Main cross-functional strategies are discussed with the team 4. Senior WANO Executive Briefing (INPO CEO Bob Willard) 5. Team provides refined Gap Focus Areas to Station

	<p>Counterparts</p> <ul style="list-style-type: none"> _ Area functional team practice Counterpart Briefing _ Focus areas and Key Observations
107/06/01(隔離準備週星期五)	<p>Team preparation and training at WNAO-AC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 持續Practice Team Meeting 2. Safety Brief by Palo Verde Host Peers 3. ER presents Palo Verde Emergency AC Power System 4. Travel, in-processing 5. 1st Monday schedule 6. Logistics 7. Critique
107/06/03(日) 前往電廠	<p>路程：亞特蘭大—鳳凰城（PALO VERDE電廠）</p>
107/06/04 ~107/06/15(PALO VERDE電廠On-site weeks共兩週)	<p>Peer Review visit at Palo Verde Generation Station</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Plant walk down 2. ER General plant walk down <ul style="list-style-type: none"> _DC power equipment rooms and inverters _EDG and support building -Spare part Warehouse -控制棒驅動設備室及MG Sets -汽機廠房低壓飼水加熱器區域 3. Observations <ul style="list-style-type: none"> _ PHC Meeting _ PHC Subcommittee meeting 4. Interviews <ul style="list-style-type: none"> _ Component Engineers and Supervisor _ Program Engineers and Supervisor _ System Engineers ,Supervisors and Managers _ Warehouse Responsible and Supervisor _ Purchasing Engineers 5. Team meeting (everyday lunch time) 6. Counterpart briefing (everyday) 7. Summary meeting (Friday, 2nd week)
107/06/16 ~107/06/17 路程	<p>返程：鳳凰城—洛杉磯—東京—高雄</p>

參、出國任務主要內容：













一、出國前先期作業：

WANO-AC 主辦之同業評估，大多評估美國核能電廠。而美國核能電廠，因為保安反恐要求相當高，為了能在不需陪同（Unescorted Visit）的情況下，自由進出美國核能電廠執行評估作業，行前必須完成身家調查。

身家調查包括：填妥身家調查表(Personal History Questionnaire)、向財團法人聯合徵信中心申請信用紀錄、以及由電廠訓練中心出具之保安、工安、輻防訓練紀錄、與輻射量紀錄等。亞特蘭大中心會將已準備完成之身家調查資料，交由另外一位獨立之協助者(Facilitator)，進行核對及確認。通過這些嚴謹之審核程序，才能赴美國核能電廠進行實地評估。

此外，為了增進入廠訓練的效率及學習效果，所有必要的人廠訓練均需在出國前於線上完成。亞特蘭大中心會個別指定一組帳號密碼給國外評估員，要求各評估員於指定期間內上網學習。學習後之測驗，必須於抵達亞特蘭大中心後，由該中心統一安排一段時間，在有人監考的情況下，於線上作答。每科成績需超過 80 分才算及格，每科可以有考兩次之機會。所有科目均及格後，才算完成入廠訓練。

線上課程如下：通用適職方案與行為觀察訓練（Generic Fitness-for-duty and Behavior Observation）、通用入廠訓練（Generic Plant Access Training）、通用輻防訓練（Generic Radiation Worker Training）、核能運轉協會適職方案與行為觀察訓練（INPO Fitness-for-duty and Behavior Observation）、同業評估員作業觀察與訪談技巧訓練(Industry Peer Observations and Interviews)、核能工作者基礎訓練(Nuclear Citizenship)、電廠適職方案與行為觀察訓練（Plant-specific Fitness-for-duty and Behavior Observation）、電廠入廠訓練（Plant-specific Plant Access Training）、電廠輻防訓練(Plant-specific Radiation Worker Training)；訓練及考試內容如下表所示。
註：所謂「電廠」相關訓練係指針對受評估 PaloVerde 核電廠特定之訓練。

	Generic Awareness Cert Due: 4/30/2020 Status: Certified (Renewal In Progress) Expiration Date: 4/30/2020	Manage ▾
	Generic Cyber Security Awareness Cert Due: 4/19/2038 Status: Certified (Renewal In Progress) Expiration Date: 4/19/2038	Manage ▾
	Generic Fitness-for-Duty and Behavioral Observation Cert Due: No Due Date Status: In Progress Expiration Date: None	Manage ▾
	Generic Fitness-for-Duty and Behavioral Observation Initial Exam Due: No Due Date Status: In Progress	Launch ▾
	Generic Plant Access Training Supplemental Worker Cert Due: No Due Date Status: In Progress Expiration Date: None	Manage ▾
	Generic Plant Access Training Supplemental Worker Proctored Exam Due: No Due Date Status: In Progress	Launch ▾
	Generic Radiation Worker Training Supplemental Worker Cert Due: No Due Date Status: In Progress Expiration Date: None	Manage ▾
	Generic Radiation Worker Training Supplemental Worker Initial Procto... Due: No Due Date Status: In Progress	Launch ▾
	INPO IPEER Cert Due: No Due Date Status: Certified Expiration Date: None	Manage ▾
	INPO Plant Information Management System (PIMS) Cert Due: No Due Date Status: Certified Expiration Date: None	Manage ▾
	INPO Technical Conscience for Evaluators Cert Due: No Due Date Status: Certified Expiration Date: None	Manage ▾
	Nuclear Citizenship Cert Due: No Due Date Status: Certified Expiration Date: None	Manage ▾

二、同業評估勤前準備

1、報到週：(05/22~05/25)

亞特蘭大中心特別要求所有其他中心或美國國外支援之國際評估員 (International peer) 須於隔離準備 (Sequester Week) 前抵達。主要目的為先辦理必要之行政手續，包括：身家調查資料再查驗與確認、適職方案中的尿液採樣檢查、酒精測試、物理測試及心理評估；以及所有線上課程測驗等，其中心理評估視需要另安排至合格的醫療機構進行。至於美國國內電力公司所派遣的評估員則毋須提前抵達，主要是他們已在美國核能電廠工作，已通過適職方案。但仍須另找時間進行受評估電廠的入廠訓練測驗。

本次由其他中心的國際評估員，包含本人共有 3 名。分別來自捷克、巴西及台灣。其中，來自捷克的評估員係莫斯科中心選派之代表，為輻射防護 R P 領域評估員；來自巴西的評估員係巴黎中心選派之代表，為維護 MA 領域評估員；本人係東京中心之代表，為設備可靠度 (ER) 評估員。我們一行 3 人先抵達世界核能運轉協會亞特蘭大中心，辦理必要之行政手續。第一天進行尿液採樣檢查、酒精測試、物理測試並接受心理評估；第二天則進行線上課程測驗 (9 個科目)，過程相當緊湊。

2、隔離準備週 (Sequester Week)：(05/28~06/01)：

本次評估團共分 8 個領域，分別為：組織效能 (OR)、運轉 (OP)、維護 (MA)、化學 (CY)、設備可靠度 (ER)、工程與組態管理 (EN 與 CM)、輻射防護與工安 (RP 與 IS)、以及績效改善、訓練與運轉經驗 (PI、TR 與 OE) 等。每個領域由 2 至 4 位評估員組成，其中一位為該領域之主導評估員，由 WANO-AC/INPO 正式評估員擔任。本 Palo Verde 評估團成員除 INPO 雇員外，尚有來自捷克、巴西及台灣等國際同業與美國核能業界同業等，總共有 26 位。其中含 2 位為接受評估電廠之評估員 (Host peer，角色等同評估員)、1 位業界顧問 (Industry Advisor-IA，由 Exelon Byron 核能電廠廠長擔任)、1 位離廠代表 (Exit Representative，由 WANO-AC Director 擔任)。

美國核能電廠每兩年接受同業評估乙次，受評估之電廠需先將自前次評估後之 CAP (Corrective Action Program) 資料庫、先期資料套件 (Advance Information

Package) 送至 WANO-AC/INPO 分析。WANO-AC/INPO 分析部門人員將每筆資料分析並標註所屬領域標籤。如：不適當之預防保養週期導致高壓注水泵非預期故障 (Unexpected failure) 重複發生，為典型的設備可靠度事件，就會被歸類為設備預防維護(Preventative Maintenance)失效之事件，該事件會被標註為 ER.2 之領域標籤。如此將各個事件一一分析、歸類與標註，到最後如果某一領域的事件較多或其嚴重性較大，就會逐漸發展為受關注之領域 (Gap Focus Area)。受關注之領域為待改善事項 (Area for Improvement, AFI) 之前身，需至電廠實地驗證該類事件的真實狀況，並分析其肇因後，才會發展為待改善事項；。

WANO-AC/INPO 隔離準備週的主要活動，是由分析部門將已分析、歸類與標註好的各領域事件集中彙整後，交由各領域評估員仔細審核，並準備評估綱要 (Review Plan)。在審核的過程中，如果發現某事件被誤歸類，可以加以更正；若歸類得不完整，亦可增加別的領域標註。如：某一事件同屬於 ER、CM (組態管理) 及 OP (運轉)，而僅標註 ER，可以再增加標註 CM 及 OP。其實標註的目的，僅在提醒該領域的評估員關注此一事件。所有的審核及標註全在共用的電腦系統上完成，因此，各個領域的評估員所審核的文件，均可共享。評估員可在電腦系統-FNDB (FIELD NOTE DATA SYSTEM) 上撰寫觀察報告，記錄審核結果並同步分享給其他評估員。這些文件均可能成為所有評估員將來撰寫待改善事項之參考文件。

準備週會進行二至三次的團隊會議，藉以導入實地評估之作業流程。第一次會議主要是各領域評估員自我介紹，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、以及所發生之事件摘要。基本上，受評估電廠的評估員雖然來自受評估電廠，代表該電廠之協調員 (Coordinator)，其地位及工作仍等同於同業評估員，並藉由 Host Peer 對被評估電廠之深入了解，於團隊運作中可及時澄清各項事證之疑點，促進評估期間之有效溝通。

隔離週最後一次團隊會議，除了各領域將其審核後之評估綱要 (Review Plan) 介紹外，各領域還會將所分配到的庶務工作一一報告準備情形。所謂的評估綱要，為該領域所關注事項 (GFA: Gap Focus Area)、正向關注事項 (PFA: Plus Focus

Area)、待改善事項 (AFI)、強項 (Strength) 等之總稱。而各領域所分配到的庶務工作，係指評估團一行 26 員，出門至外地電廠進評估工作，所需的行政支援工作。如：工程與組態管理領域負責評估團所有個人電腦、印表機的檢點與運送，以及網路之架設；維護領域負責所有的交通事宜、分配車輛；化學領域負責餐點及評估員健康管理與友誼競賽等等，所有準備事宜均有標準作業程序供遵循。

準備週還有一項工作是與受評估電廠之領域對口人 (Area Counterpart) 先舉行電話或視訊會議，例如 ER 領域對口人為電廠工程處長，於準備週已進行三次電話會議；對國際評估員而言尚可先熟悉對口人之腔調。會議的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。如此，可讓實地評估的活動更有效率，雙方更能聚焦。同業評估活動主要是協助受評估電廠藉由外來之視野幫助電廠看到平常無法自我察覺的盲點，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知與共識外，更需要受評估電廠不論是管理階層或是各個領域對口人開放的心態 (Open Mindset)。先舉行電話或視訊會議溝通，是建立此一共識的**第一步 (Communication on the same page)**。

所參加 ER 功能領域之評估工作，ER 團隊已由被評估電廠近兩年之 ER 性能表現累積資料進行泡沫圖分析 (Bubble Chart Analysis)，初步擬定評估重點綱要內含三項評估重點 (ER1,ER2 及 ER4)，使能於實地評估階段時，短暫兩週內有效地提出有價值之評估成果 (AFI 或 STRENGTH 等)

三、同業評估

1、實地評估 (06/04~06/15)：



美國亞利桑那州 PALO VERDE 核能電廠為本次受評估之電廠。該電廠位於亞利桑那州西部並距離州政府鳳凰城約 50 公里，有三部壓水式機組（上圖所示由右向左各 1、2 及 3 號機組），為燃燒工程（Combustion Engineering）System 80 標準型 PWR 反應器；三部機均已獲得美國核管會延役 20 年的許可，評估團實地評估作業自 06/04 起展開，為期兩週。依據評估流程，第 1 天先辦理入廠手續及現場檢視（Plant Inspection）。依領域分為 8 個小組，對電廠不同區域進行檢視。如：設備可度管理領域，針對三部機組的反應器控制棒設備區域，DC 電源設備室及緊急柴油機廠房及汽機廠房飼水加熱器設備區域，以及零件倉庫進行檢視等等。

各分組將檢視的結果以及所看的問題，一一以白卡記錄，並且標註所屬領域。所有白卡記錄均會收錄於電腦 EXCEL 資料庫，並依所標註的領域進行分類。分類好的白卡記錄，會交由各該領域之評估員進行分析及追蹤，若問題足以成立或佐證待改善事項，則會成為該待改善事項之事例。如：若有多項白卡均記錄到關於工作人員未妥善使用安全護具問題，且這些問題已經造成電廠在工安方面成效不彰，則分析結果可能會發展成工業安全方面的待改善事項，而這些所觀察到的問題，就成為此一待改善事項之佐證事例。

另外，有些問題需要追蹤或澄清。如：現場某些標示可能產生疑義，均需要向

對口人提出，並要求澄清。避免因不瞭解或誤解而作出錯誤的結論。所有同業評估活動所作出的結論均需要根據客觀的事實，而非評估員的主觀認定。因此，每項事例均需要受評估電廠對口人的再驗證確認（Validate）。

2、每日評估時程：

每日評估時程，大致分為作業觀察（Observation）、人員訪談（Interview）、團隊會議（Team meeting）、對口人會議（Counterpart debrief）等。作業觀察係選定電廠維護、操作或重要會議或面談進行觀察，觀察後另撰寫觀察報告。基本上，領隊要求每位評估員至少進行兩項作業觀察；例如：本人即寫了七項觀察報告。觀察的重點，如：人員防誤技巧之運用、工安護具之使用、防止異物入侵措施、輻射防護措施、核能安全文化、及會議與現場作業參與者間之互動等等。作業觀察報告需一一列舉所觀察到的事例，並依領域進行標註，如此其他相領域的評估員才能「看到」你所觀察到的事例，才能彙集分析。

人員訪談比較具有挑戰性（尤其是非英語系國際評估員），亦即通常由各該領域的評估員去訪談該領域相關的專業人員。如：ER（設備可靠度）領域的評估員，主要訪談的對象均與系統工程（System engineering）、組件工程(Component engineering)、方案工程(Program engineering)及採購工程(Purchase engineering)等部門的工程師或主管有關。例如：筆者本人即訪談了系統工程師（如控制棒系統及空調冷卻水系統）、組件工程師（低壓飼水加熱器及冷凝器）、方案工程師（電動閥 MOV 及氣動閥 AOV 及線上檢驗 ISI）及相關主管與經理等。訪談的目的主要係瞭解其業務執行情形、先前 WANO-AC/INPO 事件分析結果驗證及追蹤等。如：原先 ER（設備可靠度）領域，列舉了一些設備表現及物質狀況（EPMC: Equipment Performance & Material Condition）方面事件，藉由與不同的人員訪談，驗證該類事件所描述的真實性，追查其原因，以及可能造成的影響等。

每個領域所觀察到的重點、評估活動執行情形、以及評估綱要變動情形，均會在每日團隊會議中分享。每日團隊會議於中午用餐時間舉行(Lunch meeting)。基於安全文化之展現，領隊會先提示每日安全注意事項（Safety message）。如：Palo Verde 位於沙漠區域戶外氣溫皆大於 40°C 以上且濕度相當低，需隨時補充水分避免中暑脫水，對於不常生活於沙漠區域的外來客（來自台灣、巴西及亞特蘭大）來說，真是一大挑戰，領隊會特別提醒注意。又如：進出電廠道路有施工

及限速狀況等，領隊也會提醒特別注意並遵守，以維持 WANO/INPO 評估團隊之專業及守法形象。此外，領隊會預先指派各評估領域，依排班表每日由一個評估員進行安全文化特質宣導，並舉列出電廠實際觀查之案例，然後才開始進行當日的團隊會議。

團隊會議先由輻防領域報告至前一日為止評估團整體累積劑量，及與目標值差異情形（通常均比目標值低，代表評估團隊有效執行 ALARA 抑減劑量）。再由受評估電廠之電廠評估員(Host Peer)報告機組運轉狀況。然後依序由運轉領域開始報告該領域之評估情形發展。而維護領域通常會報告未來哪些現場維修活動或偵測試驗值得進行作業觀察；會議中潛在 AFI 是關注事項，將接受所有評估員挑戰，若經領隊認可後可正式成立。團隊會議結束前領隊會要求進行對本次會議的回饋（Post Critique），稱為 Plus/Delta。Plus 意指本項會議中有比較好的做法可繼續維持者，或值得日後效法者；而 Delta 意指可改進之處，如：會議太過冗長、廢話太多等。

每日下午離廠前最後由各領域向其對口人進行會議(Counterpart Meeting)。本項會議主要目的係向對口人說明截至目前為止，評估活動進行的情形及評估綱要變動情形，與評估團隊會議中最新會議結果。如：哪些事項追查澄清後，已不再列入需關注事項；哪些事項經追查及實地訪查觀察後，可能成為待改善事項等等。對口人對於需再澄清事項亦會提出說明。藉由此會議，可漸進式凝聚共識，讓雙方確立問題之所在，使 AFI 發展過程中，避免電廠有超出預期之驚訝。除此之外，本會議亦規劃日後之評估活動行程。

3、跨領域(Cross Functional Area)AFI 之評估

針對較複雜之跨領域潛在 AFI 之持續評估，於第一個週日下午團隊會議時成立跨領域小團隊（Mini Team），針對跨領域潛在 AFI 重新組隊評估，Mini Team 的成員和小組長與第一週功能領域成員可能不相同，而是依據第一週之評估發展發現所調度組成，打破原有建制由不同領域評估員組成，所以 Mini Team 內部討論溝通及任務指派也將更複雜，訪談對象層次亦會提高如處長級及廠長級人員。

以 EN(工程領域)Mini Team 為例，由 ER 兩位評估員、CM/EN(工程組態管理)兩位評估員及 CY 主評估員共五員組成，領隊指派 CM/EN 主評估員(Raymond)

作為工程領域 Mini Team 隊長，針對當下兩項潛在 AFI (ER1 及 EN1) 作持續分工與深入評估，因此每日下午之 Counterpart 會議亦同時包含 CM/EN 及 ER 領域之所有對口人等。

4、ER 領域之實地評估發展

- (1) ER 評估領域由主評估員 (Mike Smith) 與國際同業評估員 (本人) 共兩人執行本項評估作業，Mike 是來自 SURRY 電廠借調 INPO 之資深評估員：已執行過六次 ER 領域之電廠評估，電廠實地評估前已擬定評估綱要包含關注事項 GFA (ER1、ER2、ER4 等) 並對評估期間電廠提送 INPO ICER (INPO Consolidated Event Report) 資料庫之 ER 相關事件報告完成事例查證。
- (2) ER 功能領域評估綱要 (Review Plan) 之形成：經 PALO VERDE 電廠提報 INPO ICER 之重要事件報告 (此評估週期約有一百件以上)，經輸入 INPO 之 ER 泡沫圖 (BUBBLE CHART & ANALYSYS) 分析及輔以 PALO VERDE 本身之狀況報告資料庫約一萬多件搜尋過濾；擬定領域綱要。

(3) 現場之實地作業觀查及訪談，集中於經查證之事例的人員行為表現與組織面缺失之後續追蹤。原先之三項 GFA 逐一過濾與追蹤後，結束 ER2 與 ER4 之 GFA；ER1 累積足夠之事例將 GFA 演化形成 AFI；與對口人團隊攻防過程中參與到：

- i. 雙方意見衝突
- ii. 電廠提供大量資料作辯解卓證
- iii. ER 評估員主動尋求 INPO ER 部門人員意見回饋與支援
- iv. 評估團隊及領隊之擁護與支持
- v. 衝突面升高（電廠高層介入並暗示其期盼與看法）
- vi. ER 評估團隊持續訪談並探討事例背後原因
- vii. 追蹤出問題點原因（Why-Why-Why）-對口人軟化/接受，並主動提供其他領域之重要事例（其實 ER1 之事例已足夠）企圖軟化其他領域形成 AFI。
- viii. 攻防雙方協力，將 ER1 AFI 問題陳述文字內容之措辭用語精緻化；使 PV 電廠針對此 AFI 可採取實質之改善行動，對口人可將此 AFI 訊息由上而下銷售（Sell to his subordinates to correct this AFI）。

(4) 軌跡(Trajectory)觀查報告：

- i. 實地評估階段進入尾聲時，主評估員需彙整一份軌跡觀查報告（作為未來表現趨勢之預測），其目為提供電廠及公司級領導者，有關被評估領域及電廠整體未來表現之評估團見解，即是見解故亦是相對性主觀之看法，然此見解是依據評估期間所累積之訊息所產出，其目的是協助廠方追求未來持續之進步，因此軌跡觀查報告之結論不納入此次評估套件會議中；與此次評估成績排名（Assessment Number 1-5）無關；因此回 INPO 後 ER 部門於評估套件會議結束，並確定此次評估成績排名後，主評估員方會進行未來軌跡觀查報告之說明，由參與會議之 ER 評估員及部門經理決定受評估電廠之未來性能表現軌跡（向上、向下或持平等）；此訊息會寫入此次評估彙整報告中，並當面陳報該公司領導階層。

- ii. 軌跡(Trajectory)趨勢觀查報告是由三項主要因子所組成：
- 甲、組織之有效性(Organizational Effectiveness): 涵蓋設定方向(Set direction)、能力最大化(Maximize Competence)、工作團隊嚙合(Engage the workforce)、風險之妥善處理(Cope with risk)及達成持續性結果(Achieve sustainable results)。
 - 乙、工作負擔(Workload)：涵蓋內部因子如設備可靠度問題及大型計畫之負擔，與外部因子如主管機關之挑戰及總公司之財政負擔等。
 - 丙、工作熟練度(Proficiency)：核能專業人員之必要基本知識、技能、行為、經驗及作為等。建議評估人員於實地評估時需觀查主管與工作者間之互動

4、特殊事項：

- (1) 國際同業評估員被安排與廠址副總（Site Vice President）於第二個週四作會談，以瞭解國際核能同業所面臨的處境及未來之挑戰：
- 甲、捷克核電廠：原先蘇聯設計與興建之 VVER（Water-cooled Water-moderated Energy Reactor）核電站，目前導入西屋 PWR 科技，文件與技術面有水土不服之現象，然並無政治面之困擾。
 - 乙、巴西 Angre 核電廠：目前兩部機組運轉中，第三部機因經費問題停建中，需引入國外投資興建，目前最大困擾為社會動盪及專業人士外移出走。
 - 丙、台灣核電：目前無法獲取多數民眾支持，6 部營運機組尚未獲主管機關延役許可，另 2 新建機組處於封存狀態；當下正臨台灣夏季用電高峰期，於備載容量吃緊狀況下，核電採取警戒運轉避免異常跳機發生。
 - 丁、Palo Verde 廠址副總表示：雖然此電廠為美國最大核電廠，供應亞利桑那州 80%之綠能電力，並緊鄰美國最大開關場具有戰略價值，近年接受來自加州風電及太陽能之再生能源衝擊，預計數年後於非用電高峰期將無法滿載運轉；同時阿拉伯聯合大公國(UAE: United Arab Emirate)核電（與 PV 電廠設計 System 80 相似）重金獵取大量有經驗持照反應

器運轉員(RO : Reactor Operator)，造成運轉人力缺乏；甚至淪為 UAE 訓練中心（基於美國就業公平性，合約不可限制反應器 RO 班訓練學員之最低服務年限）。

肆、心得與建議：

- 1、 Palo Verde 電廠位於沙漠缺水區域，使用都市廢水處理之排水作為冷卻水源，並已運轉約 30 年且為美國最大核電廠，由此次同業評估經驗中 EN/CM 及 ER 領域共有兩項強項，值得敬佩與學習。
- 2、 評估過程中與離廠代表(WANO-AC Director Russ Brian)有簡短會談，並瞭解其接任 WANO-AC Director 約一年，之前 Brian 為評估團領隊，如今已升任為 WANO-AC 最高領導人，建議台電高層可培養出 WANO-TC 之評估團領隊；進而成為 WANO-TC 重要領導人； WANO 為國際核能業界非官方組織，然其國際聲望與核能業界之影響力不亞於聯合國國際原子能署(IAEA)；於當下台灣官方外交四面楚歌下，WANO 值得政府與台電持續投入爭取國際聲望與貢獻。
- 3、 WANO-AC 同業評估於 WANO 四大區域中心；屬較侵入式診斷，評估團隊實地評估前已掌握大量電廠資料及 INPO 有 PML-Plant Monitor Leader 部門長期追蹤電廠表現；以工程功能領域為例，尚細分為 CM（組態管理）及 ER 部門分工執行評估作業避免疏漏；對比於亞洲東京中心同業評估活動中，工程領域總稱為 ES(Engineering Support)，並未細分指派 ER 及 CM 不同領域之評估員，往往會造成部分領域未能深入探討。
- 4、 ER1 領域於 AFI（待改進事項）發展過程中，於評估領隊認可成立後，探討其肇因及顯因（Cause & Contributor）之腦力激盪過程；發現面談之溝通有其關鍵性，正確的肇因及顯因有利於對口人釐定改善行動；並成為有價值之 AFI。此 ER1 AFI 由問題陳述及肇因歸納，比對於 PO&C 內導則，可歸屬於 ER1（Equipment Performance 設備性能表現）或 ER3（Long Term Equipment Reliability 長期設備可靠度），於多次攻防雙方交換意見下，尚有不同看法（PV 電廠希望列入 ER3 功能領域）；實地評估期間經與 INPO ER 部門多次討論尚未能完全定案；將帶回 INPO ER 部門，作為設備可靠度工

作小組（ERWG：Equipment Reliability Working Group）後續討論及下年度 PO&C ER 導則更新之案例。

- 5、 WANO-AC 或 INPO 之 ER 或 EN 工程部門評估員往往可扮演兩種不同之角色（Putting on different hats to play different roles），比如同業評估時作為評估員（挑電廠毛病），及執行 MSM（Member Support Mission）會員協助任務時扮演主題專家（Subject Matter Expert）角色提供技術協助（解決電廠毛病）；核三廠歷次之 MSM 活動皆有邀請來自 WANO-TC 工程部門之專家來訪。
- 6、 此次很榮幸及感恩再次參加美洲 WANO-AC 之同業評估活動（5 年內第一次國外活動）；且首次作為 ER 領域評估員，從一開始之陌生到逐漸熟悉與瞭解，個人確實感受到獲得新知的喜悅，及認知需補足之專業與溝通技能（如禮記篇所言：學然後知不足，知不足，然後能自反也）。
- 7、 建議往後參與此作業之同仁，需事先準備瞭解 WANO-TC 同業評估流程，並經所提供之使用者名稱與密碼，進入評估資料庫網頁，研讀重要電廠事例及電廠程序書。以筆者為例，出國前研讀 PALO VERDE 電廠（同屬 PWR）之文件時已發現兩份程序書（如 Pump and Valve In-Service Testing Program）值得仿效並提供電廠 IST 部門參考。誠如健康之核能安全文化（INPO 12-012 Traits of a Healthy Nuclear Safety Culture）之第 7 項特質- 持續學習：珍視、探索及實踐每一持續學習之機會（如營運經驗、自我評估、仿效及訓練；特別是國外學習之機會 No pain No gain）；以達到組織與個人無止境的卓越（EXCELLENCE）目標，以此共勉。