

出國報告(出國類別：洽公)

赴俄羅斯 Novovoronezh 核電廠
執行 WANO 同業評估

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：朱偉朋 / 核能工程監

派赴國家：俄羅斯

出國期間：105.12.6 ~ 105.12.25

報告日期：106.1.10

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：赴俄羅斯 Novovoronezh 核電廠執行 WANO 同業評估

頁數 10 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

朱偉朋/台灣電力公司/第一核能發電廠/安評課長/(02)26383501-3094

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：105.12.6~105.12.25 出國地區：俄羅斯

報告日期：106.1.10

分類號/目

關鍵詞：WANO、同業評估、Novovoronezh、OE 領域

內容摘要：(二百至三百字)

本次出國任務乃參加由世界核能發電協會莫斯科中心 (WANO-MC) 組隊，對俄羅斯 JSC ROSENERGOATOM 公司所屬 Novovoronezh 核電廠進行之同業評估 (WANO Peer Review)。該電廠擁有七部機組，一/二號機目前除役封存等待拆除，三/四/五號機為運轉中機組，此亦為本次接受同業評估之機組，另六/七號機則為興建中機組。此電廠之除役、運轉、與興建中機組各處於廠內不同區域，分別設立獨立之人員/機具管制機制，工作情形井然有序，並未發生互相干擾狀況。本次參加俄羅斯 Novovoronezh 核電廠同業評估，擔任運轉經驗(OE) 跨功能領域評估員，藉由作業觀察、人員訪談及文件審閱等方式發掘電廠的問題、探究發生原因及提供國際觀點。參與同業評估活動可汲取國外電廠管理/運轉/維護的優良作法，可擴展個人技能外，並可作為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 次

壹、出國目的	1
貳、出國過程	1
參、同業評估活動過程	2
肆、建議事項	9

壹、出國目的

世界核能發電協會(WANO)對於各會員公司所屬之核能電廠，每 4 年會定期執行同業評估(WANO Peer Review)。經由發現問題，提出待改進事項使其改善績效，提升該核能電廠安全，進而確保全世界整體核能安全。本公司為世界核能發電協會會員，隸屬於 WANO 東京中心 (WANO-TC)，對於 WANO 所舉辦的各項活動，本公司有權利及義務參與並予以支持。本次出國任務為參加由世界核能發電協會莫斯科中心組隊，對俄羅斯 JSC ROSENERGOATOM 公司所屬 Novovoronezh 核電廠進行之同業評估。

WANO 同業評估小組成員由來自世界各地的 WANO 會員派遣的高素質人員組成，在各自負責評估的領域均擁有豐富的實務經驗。他們匯集了不同國家營運電廠的知識和經驗，並根據最佳國際典範對電廠的營運情況進行客觀評估。在評估期間內，小組成員須留意可能對其他電廠有用的優勢作法，並發掘接受評估電廠未來可持續精進以提高的安全性和可靠性的領域。團隊專注於電廠人員如何執行他們的日常任務，因為這是電廠營運是否成功的關鍵。在確定受評估電廠之優勢作法(strength)和改進領域(AFI)後，最終成果是一份不公開的機密報告，由 WANO 向接受評估電廠總公司報告。這種保密性可確保評估小組和受評估電廠管理階層之間進行全面且坦誠的討論。評估團隊成員也受益於審查過程，他們可將好的想法和做法帶回自己的電廠。

貳、出國過程

日期	工作內容
105 年 12 月 6-7 日	往程 (台北 → 上海 → 莫斯科)
105 年 12 月 8 日至 23 日	至 Novovoronezh 核電廠執行同業評估
105 年 12 月 24-25 日	返程 (莫斯科 → 上海 → 台北)

參、同業評估活動過程

一、Novovoronezh 核電廠簡介

Novovoronezh 核電廠為俄羅斯 JSC ROSENERGOATOM 所屬，位於俄羅斯中西部的沃羅涅日州新沃羅涅日。安裝之核反應爐型式為 VVER 型，即俄羅斯發展之壓水式機組，此電廠基本上為 VVER 型之先導電廠。

Novovoronezh 核電廠基本資料如下表：

機組	反應器型式	毛發電容量	商轉年	除役年
1	VVER-210	210 MW	1964	1984
2	VVER-365	365 MW	1969	1990
3	VVER-440	417 MW	1971	2016
4	VVER-440	417 MW	1972	2017 (將延役至 2032)
5	VVER-1000	1,000 MW	1980	2040
6	VVER-1200	1,200 MW	2017	2076
7	VVER-1200	1,200 MW	2019	2079

二、同業評估團隊與領域

整個同業評估團隊由領隊率領 10 個領域及 SOER 之評估員，每個評估領域依需要設置評估員 1 至 3 人，成員共 25 人。整個評估團人力，以 WANO-MC 會員為主，約占 75%，另有來自 WANO-AC(美國籍)、WANO-PC(英國籍) 及 WANO-TC(台電公司代表) 各 1 位。

由於本次同業評估使用之工作語言為俄羅斯語，而所有 WANO-MC 評估員均精通俄羅斯語，故 Novovoronezh 核電廠另派專職英俄翻譯 3 人(亦為電廠員工)，在同業評估任務期間全程陪同/協助 AC、PC、及 TC 之評估員。評估領域與成員包括：

領隊：1 位

評估團隊聯絡人：2 位

OA 組職效能領域(Organization Effectiveness)：3 位

OP 運轉領域(Operations)：2 位

MA 維護領域(Maintenance and Work Management)：1 位

ES 工程支援(Engineering and Configuration Management)：2 位

OE 運轉經驗：2 位(職參加之領域)

RP 輻射防護(Radiation Protection)：2 位

FP 消防(Fire Protection)：1 位

CY 化學 (CY)：1 位

TQ 訓練(Training Qualification)：3 位。

EP 緊急準備(Emergency Preparedness)：2 位

SOER：2 位

離廠代表(Exit Representative)：1 位

三、評估活動過程

本次評估任務時程自 105 年 12 月 8 日至 105 年 12 月 23 日共計 16 天。

主要評估活動作業，包括行前之資料研閱，時程如下：

行前資料研閱與計畫準備：出發前一個月

評估活動作業：12/8~12/23

離廠會議：12/23

(一)行前資料研閱與計畫準備：

同業評估團出發前約一個月，每一位評估員先收到評估團聯絡人傳來之同業評估訊息，包括領隊等人於評估活動前六個月至 Novovoronezh 電廠進行之預訪結果，及受評電廠提供的 AIP (ADVANCED INFORMATION PACKAGE) 資料，計有電廠之重要基本資料、特殊狀況，與受評電廠各個領域對口人(counterpart)訪談紀要，相關 WANO 績效指標分析內容，及電廠近來之 OE 與重要事件紀錄與分析，提供了評估員評估前之重要基礎資料。評估員需事先詳讀資料，找出可能之問題，再擬定相關各領域的評估計畫及重點，並寄送給評

估團領隊作必要之方向修訂建議，之後到達現場後，依據作業觀察、訪談等澄清與找出值得正視的問題。評估員亦需事先歸納受評電廠潛在 AFI 的議題，供團隊成員參閱，並在團隊會議中討論，確認評估的方向。

本次同業評估任務，職參與 OE 領域之評估，由於是第一次參與 WANO 同業評估活動，適逢林訓中心有開設同業評估及 OE 課程，均安排前往參加以加強相關知能。另對於相關 WANO 同業評估所遵循之績效目標準則(WANO Performance Objectives and Criteria, PO&C) 項目必須加以研讀熟悉，包括；

運轉經驗 (OE.1) 績效目標

績效監測 (PI.1) 績效目標

解決方案的分析，鑑別和規劃 (PI.2) 績效目標

解決方案的實施 (PI.3) 績效目標

(二)評估活動作業：12/8~12/23

1. 評估員再訓練 (12 月 8 日)

由於評估團成員的同業評估經驗深淺不同，且 WANO 各中心作法略有差異，為讓所有評估人員在評估活動前，再一次熟悉評估作業流程及各種評估方法，使整個評估團更有效的運作，在進入電廠前一天由領隊及聯絡人進行評估員再訓練(Reviewer Refresh Training)，並於訓練中討論各領域之評估計劃中的重點項目。除自我介紹外，重點包括：

評估計劃報告：

分組的主評估員提出評估計劃報告，再由領隊講評與修正。

評估技巧複習訓練：

評估團領隊針對撰寫觀察報告給予複習訓練，作業觀察有 4 個主要步驟：事前準備、執行觀察、追蹤澄清、及撰寫報告。觀察報

告的格式包括主題(Title)、範圍(Scope)、觀察事實(Observation Facts)、及結論(Conclusions)。標題需要簡短地敘述觀察的項目，範圍則包括四項元素：觀察的作業(What)、在那裏觀察(Where)、觀察了多久(Time)、工作人員數目與工作人員角色(By Whom)。另外須特別注意不要點出特定個人，例如工作人員職位、姓名、工作日期、時間等之敘述。並就評估團隊間文件傳遞、審核、確認之流程機制進行協調一致化。

2. 進廠會議與廠房巡視 (12 月 9 日)

在完成進廠相關程序，由電廠說明評估期間各項工安、輻射防護須注意事項取得進廠許可後，評估團與電廠進行進廠會議(Entrance Meeting)。首先由電廠廠長與評估團領隊致歡迎詞與說明同業評估目的，再由雙方自我介紹。

進廠會議結束後，隨即於下午展開評估作業之第 1 項活動-廠房巡視。此次評估成員分成 8 組進行廠區的巡視檢查。巡視的重點包括廠務管理、工業/消防安全、設備標示、輻防管制及現場物品放置管控作業等，進行廠區檢查時，不限定自己的評估領域，應就發現的所有缺點予以記錄。然後將發現之內容做缺失類別歸類，記錄在白卡(White Card)上，以電子檔案形式交給 WANO-MC 連絡員，連絡員會彙整所有評估員之白卡內容，成為一份現場巡視套件(package)以供團隊分析使用。通常經由廠房巡視之結果已可相當程度鑑別出電廠可能存在之缺失。

3. 白卡分析與評估計畫更新 (12 月 10 ~ 11 日)

各評估員取得現場巡視套件(package)並分析後，在星期六所有評估員開會，將白卡分析後之潛在問題前幾名列入焦點區域(Focus Area)，並更新個別領域的評估計畫。在星期日，評估團領隊逐一與各領域討論更新後之評估計畫。

4. 評估作業-作業觀察、觀察報告、事證補強、問題發展/肇因分析與成立待改善作業事項（12月12~16日）

整個同業評估活動主要藉由依據事前擬定之評估計畫，透過現場作業觀察、人員訪談及資料查閱等方式，依據觀察及訪談結果，經過有系統的歸納來逐步發展問題點，探索肇因，使其發展成為正式的待改善作業事項(Area For Improvement, AFI)或優良作業典範(Strength)。評估員每日依據現場作業觀察、人員訪談及資料查閱等過程所撰寫出來之觀察報告是同業評估活動最重要之基礎文件。觀察所得之各項議題必須先獲得電廠各個領域對口人的認可同意，並於每天團隊會議中報告，與領隊以及各評估員相互討論，經由事證之補強後再彙整出待改善事項。

每日晚間評估員均需撰寫數份觀察報告，記載當日的各個評估項目、內容、與結果，紙本與電子檔一起繳交給評估團秘書，由聯絡員及領隊審查，必要時進行報告修訂或進行後續追蹤訪談。

5. 與電廠各個領域對口人(counterpart)每日會議（12月9~16日）

於每日下午評估作業活動後、團隊會議前，各領域評估員必須與電廠各領域對口人進行每日會議。在會議中必須將作業觀察、人員訪談及文件查閱的各項重要發現向對口人說明，且瞭解電廠對這些問題的反應處置。同時確定隔日之評估作業活動時程是否已安排妥當。與電廠對口人討論的主要目的，是向電廠確認評估員所敘述之情形均為事實而非評估員個人之意見(opinion)，且讓電廠瞭解目前評估員所掌握可能之缺失事項。除了讓電廠對口人了解評估員觀察及追蹤的事證為正確，評估員亦藉此了解各部門管理階層對事證的想法與做法，據以追蹤造成相關事證的可能肇因。最終的目標是希望評估員提出的報告不能讓對方有“驚訝(Surprise)”的感覺，要先與受評部門的相關人員深入討論，經他們全部接受確認後，才可以列入

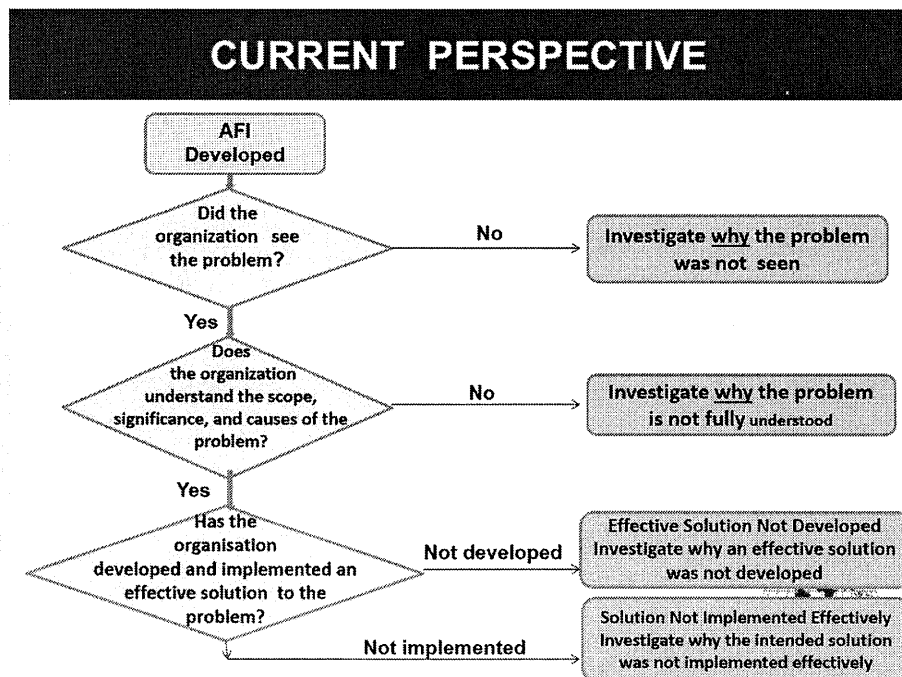
最終報告中，故與電廠各個領域對口人每日會議是非常重要而必要的過程。

6. 團隊每日會議(Team meeting) (12 月 12~16 日)

每日下午評估作業結束後，離開電廠前，均召開評估團會議討論當日發掘到的重要事項。各領域評估員與領隊在會議中討論重要發現事實及分析結果，並藉所有小組成員的經驗來確認議題的有效性，並由領隊做成決議。團隊會議是評估員間分享重要事實的場合，也是領隊掌握評估方向或強化成員評估行為的場合。

7. AFI 原因探討與撰寫

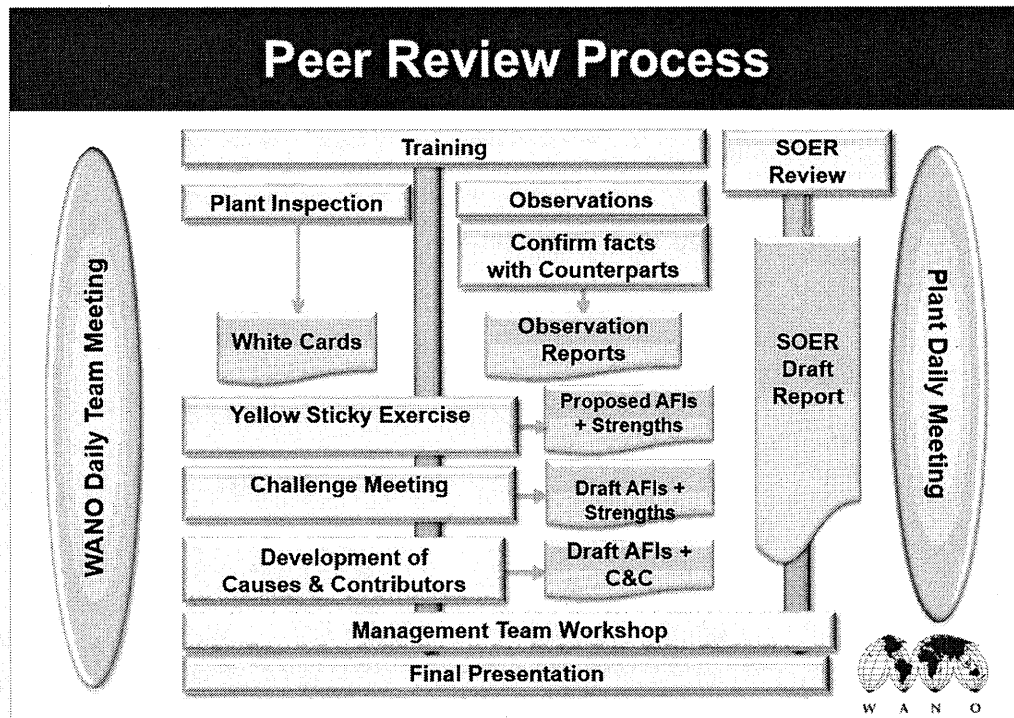
WANO 東京中心與莫斯科中心對於 AFI 之格式要求略有不同，莫斯科中心甚至要求電廠對口人須與評估員共同探討 AFI 形成原因與撰寫報告，且在 AFI 格式中增列一欄「當前觀點」(Current Perspective)，確實述明電廠當前問題之內容、與最高標準之差距、問題重要性、及電廠須精進之處。



(三)離廠會議(Summary Meeting)：12/23

離廠會議是同業評估團的最後一項任務，經由約兩週的評估工作，各評估領域就其所發現的優良事蹟(Strength)與待改善事項(AFI)在此會議上向電廠管理階層人員提出報告。

(四)同業評估程序圖示如下：



肆、建議事項

一、同業評估為 WANO 重要任務之一，世界各國擁有核能之電力公司均非常重視此活動。此次亞特蘭大中心派遣之評估員，曾擔任美國 GINNA 電廠之 plant manager(職位僅次於廠長，綜理電廠維護與運轉事宜，但不負責電廠涉外事務與工程部門)。個人對於此事十分好奇，曾私下詢問他，為何不在國內從事其他管理職務，反而願意千里迢迢遠赴異鄉擔任辛苦的評估員工作。他的回答，其所屬公司將外派至 INPO/WANO 支援視為必要歷練。其他評估員的資歷，大多擔任領導 10 多人的部門主管，工作經驗 10 ~ 30 年間。另有一位女性評估員，特別受到莫斯科中心表揚與鼓勵，希望日後有更多女性核能從業人員參與 WANO 的活動。為期經由同業評估活動，能提供公司最多之人員磨練、成長之機會，建議本公司在日後選派評估員時可將下列因素列入考量：

1.將擔任重要職位者；2.年輕、具發展潛力者；3.女性幹部。

二、此次受評估電廠之三號機，因考慮經濟因素，在 2016 年 12 月底即進入永久停機除役狀態，但仍接受此次 12 月之 WANO 同業評估，可見 WANO 與該公司皆對核能安全是十分堅持的，不願輕易鬆弛立場。該公司對同業評估抱持開放的態度，將之視為另一種型式之經驗回饋與典範學習 (operation experience and benchmarking)，值得吾人敬佩。

三、同業評估的行程是十分緊湊與密集的，作業觀察、約訪、查閱資料等均非常耗費時間與精力，絕不可能臨時應對，故事前審閱電廠資料是非常重要且必要之準備過程。審閱資料後，建議應將其彙整、歸類為不同的問題，將要追蹤的事項、欲觀察的作業、訪談的對象、要問的問題等先自行列表管控，作為評估活動的依據。

四、此次受評估電廠為因應喪失照明時，現場光線不足，會造成人員操作設備的困難，故將部分盤面標號以螢光漆料標示，可在漆黑環境中提供明確指引，有助於現場人員識別正確盤面。

五、此次受評估電廠之除役、運轉、與興建中機組各處於廠內不同區域，分

別設立獨立之人員/機具管制機制，工作情形井然有序，並未發生互相干擾狀況。依據政府能源政策，本公司核電廠將陸續進入除役階段，有關除役計畫可將本項納入考慮。

六、此次評估使用之工作語言為俄羅斯語，其中 3 人(來自美、英、台)不懂俄語，但有專屬翻譯，全程協助溝通，有助於評估工作順利展開。但對個人而言，語言壓力是全團最大，因為除對於俄語一無所知，在英語能力更無法與英美人士相比。建議多留意國際間核能相關動態訊息，例如訂閱 World Nuclear Association 之免費電子資訊，除增進個人英文能力與擴展核能國際視野外，亦可作為與國際人士交流之話題。

七、此次行程除眾所周知的嚴寒氣候是一個極大考驗外，且由於各種因素，我國與俄羅斯並未有密切的官方或民間交流，因此食衣住行之經驗與過往全然不同。國內有關俄羅斯之資訊並不豐富，建議參閱相關英文網站之介紹，應有助於事前的生活準備工作。