

出國報告（出國類別：開會）

參加世界核能發電協會東京中心 新機組援助工作坊

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：劉紹宏 11 等大修及備品核能工程監

劉之琪 7 等 國際運轉資訊專員

派赴國家：日本

出國期間：113 年 8 月 5 日至 113 年 8 月 8 日

報告日期：113 年 9 月 23 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東京中心新機組援助工作坊

頁數 7 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：台灣電力公司/黃惠渝 02-23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

劉紹宏/台灣電力公司/核能發電處/機械組主管大修及備品/02-23667060

劉之琪/台灣電力公司/核能發電處/國際運轉資訊專員/02-23665837

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 開會 6 其他

出國期間：113 年 8 月 5 日至 113 年 8 月 8 日

派赴國家/地區：日本

報告日期：113 年 9 月 23 日

關鍵詞：核能、世界核能發電協會、新機組、新機組援助計畫

內容摘要：（二百至三百字）

世界核能發電協會(World Association of Nuclear Operators, WANO)係非政府國際組織，由世界各核能業主聯合參與，旨在提高核能電廠營運之安全性和可靠性。WANO 總部位於英國倫敦，轄下包含亞特蘭大中心、東京中心、巴黎中心、莫斯科中心及上海辦事處，而本公司為東京中心之會員，本次工作坊由東京中心舉辦，係為了瞭解全球範圍內之新核能機組發展現況，並提供適當支持計畫，遂邀集台灣、日

本、韓國、中國、印度、巴基斯坦、阿拉伯聯合大公國派員參加。工作坊為期 2 日，透過 WANO 專題簡報、各會員公司簡報分享新機組現況、分組討論及提問的方式，促進與會者交流、討論、彙整資訊，以利攜回各自的會員公司，反饋於實際工作推展上，並促進東京中心有效推展新機組援助工作。

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

一、出國目的-----	1
二、出國行程-----	1
三、新機組援助工作坊內容-----	2
四、心得與建議事項-----	7

一、 出國目的

本次會議係因世界核能發電協會東京中心(WANO-TC)正面臨各會員之新機組計畫日漸增加，為了瞭解全球範圍內之新機組發展現況，並提供適當支持計畫，召開此次工作坊，期許能依據 WANO 現行機制 Operation Readiness Assistance (ORA) 及 Pre Start-Up Review (PSUR)，進一步了解新機組援助(NUA)任務對會員公司而言有無效率。本次會議由 WANO 倫敦辦事處(WANO-LO)、東京中心(WANO-TC)與各會員公司派員以簡報方式分享相關主題、分組討論、提出問題、共尋解答等過程，協助與會者及 WANO NUA 相關人員獲得具體、實用之心得，會議上亦有莫斯科中心派員旁聽。本公司派員積極參與本活動，除了提供電廠實務經驗之外，亦透過交流、討論過程，吸取他國的優勢、經驗，作為借鑑以持續提升電廠安全性和可靠性。

二、 出國行程

本次出國期間為 113 年 8 月 5 日至 8 月 8 日，訂於 WANO 東京中心 7 樓會議室舉辦，出國行程簡述如下表：

日期	地點	行程摘要
8 月 5 日	台北-東京	去程
8 月 6 日~8 月 7 日	日本東京	WANO-TC 新機組援助工作坊
8 月 8 日	東京-台北	返程

三、 新機組援助工作坊內容

(一)WANO 專題報告

1. WANO-LO New Nuclear Delivery Team Mr. Hyojin Kim 講述 WANO 策略三大重點領域，包括提升全球核能產業的績效、WANO 組織轉型、影響全球核能發電演進，藉此達成全球更安全、穩定且永續的核能產業，並訂定於 2030 年前，將全球核能產業達成五項績效目標，如下：
 - (1) 所有電廠皆達到 WANO 評估的第一及第二級，僅有少數偶爾落在第三級。
 - (2) 所有電廠都不會落在評估的第四及第五分級。
 - (3) 所有電廠都不會發生重大事件。
 - (4) 所有電廠的評估排名中皆不會有任何績效衰退情形。
 - (5) 所有電廠的績效指標分數落在 80 分以上。
2. 新機組援助計畫之策略與戰略目標為：支持正在建設的新核能機組，確保其安全可靠的啟動；早期接觸新加入的國家和新技术營運者，以促進新技术反應爐的成功部署。重點領域將聚焦於 60 多個正在建設的核電機組，WANO 的核心業務是確保其安全啟動，引導 10 個新進入的國家制定長期業界目標。

倫敦辦事處的 New Nuclear Delivery Team 將負責開發和實行支持新核能機組的策略和計劃，包括制定新機組儀表板（用於監控和支持新機組的運作準備狀態，包括組織效能、核安文化等指標）、新機組運作準備協助事項、確定會員費用結構以促進新機組的參與，並根據機組的建設階段和技術類別，將新機組分成不同級別，針對不同需求提供所需的支持。

(二)各會員代表報告

參與工作坊的會員來自台灣、中國、韓國、日本、印度、巴基斯坦、阿拉伯聯合大公國，分別指派代表以簡報方式分享新機組發展近況：本公司以龍門電廠之建廠經驗為題、中核集團(CNNC)介紹三門核電廠計畫、韓國水電與核電公司(KHNP)聚焦於新韓蔚核電廠(Shin Hanul)1、2 號機組啟動前同業評估任務開立之待改善項目、電源開發株式會社(J-Power)分享大間(Ohma)核電廠自我評估及運轉前之技術支援任務、印度核能發電公司(NPCIL)說明拉賈斯坦邦核電廠第 7、8 機組(Rajasthan Atomic Power Project 7&8)內容、巴基斯坦核能公司(PAEC)分享 Chashma 核電廠 1 至 5 號機組最新發展狀況、阿拉伯聯合大公國核能公司(ENEC)說明巴拉卡核電廠推行至今之成效。

分享摘要內容如下：

1. 三門核電廠（中核集團 CNNC）：

- (1) 概況：中國浙江省台州市的三門核電廠，計劃建設六個核電廠，共分三個階段。第一階段的 1、2 號機已於 2018 年投入商轉；目前第 3 和第 4 機組正在建設中，3 號機的商轉日期預定於 2027 年 2 月，4 號機則為 2027 年 10 月。
- (2) 安全措施：該廠採用一系列創新的啟動管理措施，包括基於數據中心的啟動控制中心（SCC）、專項管理流程以及智能化工具等，以確保核電廠安全啟動。
- (3) 機組特色：啟動工作分為準備和執行兩個階段，並基於第一階段的安全運轉經驗，開發了兩項管理創新：啟動組織創新和數據信息中心。
啟動組織創新：實施 24/7 持續工作，專注於安全、品質和風控。通過智能工具和自動化技術，進行監控和分析數據，提高工作效率和準確性，並能即時識別潛在風險，為管理提供科學依據。

數據信息中心：開發智慧型電視，引進更快、更廣、更即時的流程管理。
使用智慧工具來加強現場監控，提高安全和效率。

2. 大間核電廠（電源開發株式會社 J-Power）：

- (1) 概況：大間(Ohma)核電廠位於日本青森縣大間町，採用進步型沸水式反應爐（ABWR），2008年5月開始建設，商轉時間尚未確定。使用的燃料類型包括濃縮鈾和鈾-鈾混合氧化物（MOX），發電量為1383 MWe。
- (2) 安全措施：實施設計基礎事故(DBA)預防措施、嚴重事故預防及因應措施。新標準地震運動的最大加速度為650 cm/s²。
- (3) 建設狀態：反應器廠房、汽機廠房、進排水系統等設施正在建設中。設備的品質管制措施已根據環境需求調整執行，並定期檢查設備貯存狀態。
- (4) 教育與培訓：實施系統化培訓方法（SAT）來培訓技術人員，派遣運轉員到其他公用事業公司磨練電廠的運轉經驗，並在培訓中心長期訓練以提升技能。現場亦安裝了完整的模擬器以進行培訓和運轉基礎的改進。
- (5) 績效改進措施：自2017年以來已實施改正行動計畫(CAP)，與WANO合作進行培訓課程，將電廠的現況與WANO最高標準之間的落差明確告知現場的維護主管，以利規劃後續的改善因應措施。

3. 巴拉卡核電廠（阿拉伯聯合大公國 ENEC）：

- (1) 概況：巴拉卡核電廠採用APR1400技術，是該國首座核電廠。該廠目前已實現全機組商轉。
- (2) 安全措施：巴拉卡核電廠高度重視WANO同業評估，並根據評審結果制定改正行動方案，以提升電廠安全性和可靠性。該廠積極開展內部自我評估，以利盡早發現並解決潛在問題。巴拉卡電廠與WANO保持密切溝通，定期召開會議討論PSUR籌備工作的各個狀態。
- (3) 人力：該廠由3000名員工組成，包括來自50個國家的員工，60%為阿

拉伯聯合大公國籍員工，20%為女性員工。該廠已培養 744 名獲得核領域工作認證的專業人員，其中包括 196 名運轉員（102 名本地運轉員）、192 名工程師、94 名維護工程師、40 名化學工程師和 32 名輻射防護工程師。

4. 新韓蔚核電廠（韓國 KHNP）：

- (1) 概況：新韓蔚核電廠 1 號機組於 2010 年 4 月開始建設，2022 年 12 月投入商轉。2 號機組於 2010 年 4 月開始建設，2024 年 4 月投入商轉。
- (2) 安全措施：新韓蔚核電廠積極參與 WANO 同業評估，並根據待改善領域提出具體可執行之後續改正行動方案。

5. 拉賈斯坦邦核能發電廠（印度 NPCIL）：

- (1) 概況：拉賈斯坦邦核能發電廠 7 號和 8 號機組位於印度拉賈斯坦邦，採用 700 MWe 壓水重水堆（PHWR）設計。7 號機組正在進行初始燃料裝載，8 號機組的建設工作已進入後期階段。
- (2) 安全措施：7 號和 8 號機組積極參與 WANO 各項評審活動，包括 ORA、PSUR、值班團隊績效觀察（CPO）訪問等，並根據評審結果制定改正行動方案。

(三)分組討論

本次討論分為 5 組，每組 4-5 人，包含 1 位 WANO-TC 工作人員共同討論，討論題目為下列二項：

1. 每一組提出十項改善 NUA 現況的建議
2. 根據前項提出解決方案

主持人亦引導可以從營運準備三面向來思考：包含人員(People)、流程(Process)、設備(Equipment)。

不同成員於討論期間提出了各自新機組常見問題及建議，包括新機組建設階段即納入承包商和供應商之訓練與溝通，以確保未來營運安全與可靠、需要 WANO 提供有效的監督、分享運轉經驗（OE）和後續回饋等，彙整各組重點建議如下：

1. 建立新機組建設期間人員、流程、設備面向之參考指南
2. 分享 WANO 運轉經驗(OE)及其後續運用
3. 所有相關人員皆能充分理解 WANO 任務以及 NUA 項目的具體範疇及使命
4. 按照建設期間、試運轉階段的不同需求，提供適切的會員支援任務
5. 促進各會員公司高階主管與 NUA 團隊之交流互動，獲得高階主管認同與支持
6. 承包商和供應商更早地參與 NUA 計畫，以確保建設品質和強化核能安全
7. WANO 代表(WANO Reps)更早地參與新機組互動計劃
8. 建立明確具體的價值觀、文化、最佳實踐及標竿管理方式
9. 訂定建設期、試運轉期及監控的 KPIs
10. 建立數據庫、經驗回饋機制

四、 心得與建議事項

隨著 2050 淨零排放的目標逼近，核能近年來又被重新重視起來，全球興建中的機組達 59 部機之多，以期能對環境變遷盡一份心力。WANO 在支持核能新機組方面亦發揮著至關重要的角色，例如新機組援助(NUA)、運營準備協助(ORA)及啟動前同業評估(PSUR)，幫助電廠識別和解決潛在問題，並分享良好實務經驗。

我國目前以非核家園的目標持續發展綠能，但在天然資源有限，供電成本持續攀高的狀態下，核能的應用是否有可能被納入考量仍屬未知數，我國核能從業人員的去留或是轉型亦是值得深思的議題。

本次參與 WANO-TC NUA 工作坊，看見各國於其國內持續興建核能機組，更見識到各國在管理維護上的精進之處，實在值得吾輩效仿。就連 WANO 自身也在邀集各會員國集思廣益，尋求提供更好的服務時，衷心期待我國能於核能產業的學習更進一步。此外，本公司此次分享電纜改造之經驗回饋，獲得日本的回響，可見國際間的交流可彼此借鑑，避免不必要的資源及時間的損失，爰建議以下幾點：

1. 積極參與國際活動：積極參與 WANO 各種活動，例如同業評估、研討會和培訓課程，持續學習國際先進經驗，提升電廠營運管理水平。
2. 加強運營人員培訓：加強運營人員的培訓，特別是針對新技術、新設備和新流程的培訓，提升運營人員的技術水平和安全意識。
3. 借鑑國際良好實務：學習借鑑國際上核能新機組在運營準備、安全管理、人員培訓等方面的良好實務，例如中國三門核電廠的啟動控制中心、數據信息中心皆是良好的管理實績，值得作為借鏡，以持續精進電廠之管理效能。