

經濟部幕僚單位及行政機關人員從事兩岸交流活動報告書

**參與世界核能發電協會東京中心
(WANO-TC)主辦大陸秦山核電站
「一次側系統高濃度硼酸冷卻水中
二氧化矽移除」技術支援任務(TSM)**

研提人單位：台灣電力公司第三核能發電廠

職稱：環保化學經理

姓名：張哲峰

參訪期間：103年10月21日至10月24日

報告日期：103年11月24日

(本報告請檢送1式3份)

政府機關（構）人員從事兩岸交流活動（參加會議）報告

壹、交流活動基本資料

- 一、活動名稱：參與世界核能發電協會東京中心主辦大陸秦山核電站「一次側系統高濃度硼酸冷卻水中二氧化矽移除」技術支援任務(TSM)
- 二、活動日期：103年10月21日至24日
- 三、主辦單位：世界核能發電協會東京中心
- 四、報告撰寫人服務單位：台灣電力公司第三核能發電廠

貳、活動(會議)重點

一、活動性質

技術支援任務(Technical Support Mission, TSM)係世界核能發電協會(WANO)主要四大活動內容之一(同業評估、運轉經驗、技術支援與交換、專業與技術發展)。當核電廠會員向 WANO 提出技術支援申請時，WANO 會邀請專家組成團隊，前往該會員電廠進行技術支援任務。藉由 WANO 團隊以及與會專家的經驗，研究探討造成核電廠會員問題的肇因，並提出解決問題的建議供參考。

此次 TSM 支援任務係大陸秦山核電站向 WANO 提出申請，幫忙解決其一次側系統(primary system)二氧化矽(silicon dioxide, SiO₂)濃度偏高的問題。WANO 函請台電公司派遣專家參與技術支援任務，而台電公司身為 WANO 會員，有義務支持參與其活動，遂指派職參與此次任務。

二、活動內容

大陸秦山核電站「一次側系統高濃度硼酸冷卻水中二

「氧化矽移除」技術支援任務共計 4 天，舉辦地點位於浙江省海鹽縣海利開元名都大酒店，活動行程如下。

日期	時間	活動
10 月 21 (周二)		專家到達海鹽海利開元名都大酒店
	17:30-18:00	第一次隊會(包括核電站聯絡人)
	18:00-20:00	宴請
10 月 22 (周三)	07:00-09:00	早餐
	09:00-09:30	-致歡迎詞(核電站) -每日一條安全信息(技術組) -致詞(WANO 領隊) -雙方自我介紹(與會人員)
	09:30-12:00	-WANO TSM 活動簡介(WANO 領隊) -核電站簡介 -秦一廠主冷卻劑二氧化矽情況介紹，核電站對 TSM 的期望(技術組) -秦一廠詳細介紹主冷卻劑二氧化矽偏高問題以及核電站解決問題所做的努力(技術組)
	12:00	午餐
	13:30-16:30	-詳細了解秦一廠主冷卻劑二氧化矽偏高問題； -訪談核電站相關人員、評審相關文件。
	16:30-17:00	隊會(包括核電站聯絡人)
	17:00	晚餐
10 月 23 (周四)	07:00-09:00	早餐
	09:00-12:00	-每日一條安全信息(技術組) -展開討論，找出解決主冷卻劑二氧化矽偏高問題的方法
	12:00	午餐
	13:30-16:30	-專家推薦解決主冷卻劑二氧化矽偏高問題的對策或建議
	16:30-17:00	隊會(包括核電站聯絡人)
	17:00	晚餐
10 月 24 (周五)	07:00-09:00	早餐
	09:00-12:00	-每日一條安全信息(技術組) -探討 TSM 報告草稿，商討確定推薦建議，討論重要建議期望的目標和結果； 修改 TSM 報告草稿。
	12:00	午餐
	13:30-14:30	-介紹 TSM 報告草稿(WANO 領隊) -澄清提問 -核電站致詞 -WANO 致閉幕詞(WANO 領隊)
	14:30	返程

除了 10 月 22 日下午利用一些時間前往秦山一廠參觀之外，其餘活動均依照既定行程進行。

整個活動主要是藉由訪談、資料蒐集審閱，透過與會專家的研討、運轉經驗分享，幫助秦山核電站找出一側系統二氧化矽濃度高的肇因，並提出解決問題的建議供參考。

三、遭遇之問題

(一)大陸的習慣用語或專業術語與台灣仍有一些差異。例如：吾人稱「運轉」，大陸稱「運行」；吾人稱「二氧化矽」，大陸稱「二氧化硅」等。

(二)活動內容大部分均以國語為溝通之主要語言，然而主辦電廠未能準備翻譯人員，使得 WANO 領隊溝通上遭遇困擾。

(三)其他方面尚稱順利。

四、我方因應方法及效果

無

五、心得與建議

(一)TSM 任務是 WANO 邀請專家組成團隊，藉助這些專家的經驗來幫助主辦的電廠(Host Station)找出問題的肇因，並加以提出解決方法或建議，使電廠的營運績效更能提升，更往安全的方向進行，是一項對電廠有正面效益的活動。

(二)精確掌握供應廠家所提供設備/組件的詳細規範資訊-此次秦山核電站遭遇問題的主要肇因之一，可能就是未能掌握廠家所提供組件的規範而導致。掌握零組件

資訊，才能確保其品質，不至於對運轉產生不利衝擊。

(三)對於水質異常現象要有敏銳觸角才能防範事態擴大-秦山核電站一次側系統砂土偏高問題並非最近才發生，由於未能及早採取對策，致使砂土濃度增高，造成運轉困擾。

(四)每日 TSM 開始之前，秦山核電站人員會摘要每日一條安全信息、宣讀，將安全文化帶入每日作業中，顯見安全文化已建立於日常工作中。

(五)本次 TSM 技術支援內容將回饋廠內，做為運轉上的參考。此外，廠內需持續強化、推動核能安全文化，培養工作人員當責的工作態度。

參、謹檢附參加本次活動（會議）之相關資料如附件，報請備查。

職 張哲峰

103 年 11 月 24 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

參與世界核能發電協會東京中心主辦大陸秦山核電站「一次側系統高濃度硼酸冷卻水中二氧化矽移除」技術支援任務(TSM)

頁數 5 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

張哲峰/台灣電力公司/核三廠/化學工程監/(08)8893470 轉 2800

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：103.10.21~103.10.24

出國地區：中國大陸

報告日期：103 年 11 月 24 日

分類號/目：

關鍵詞：技術支援任務，二氧化矽

內容摘要：(二百至三百字)

- 1.世界核能發電協會東京中心(WANO-TC)邀請台電公司派員參與2014年大陸秦山核電站的「一次側系統高濃度硼酸冷卻水中二氧化矽移除」技術支援任務(Technical Support Mission, TSM)，協助WANO-TC提供秦山核電站適當建議，解決其一次側系統(Primary System)高濃度二氧化矽的方法。技術支援任務團隊成員包含WANO-TC領隊1位，以及台電公司專家1位。
- 2.技術支援任務(Technical Support Mission, TSM)係WANO主要四大活動內容之一(同業評估、運轉經驗、技術支援與交換、專業與技術發展)，藉由WANO團隊以及與會專家的經驗，研究探討造成秦山核電站一次側系統二氧化矽濃度高的肇因，並提出解決問題的建議供參考。
- 3.因WANO訂有保密條款，要求所有參與技術支援任務之成員務必對於核電廠之相關資料保密，不得洩漏電廠重要或敏感資訊，因此本報告僅概述行程及大略過程，無法詳述評估內容和結果。

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

目 錄

頁 次

壹、目的	-----	2
貳、過程	-----	3
一、秦山核電站簡介	-----	3
二、技術支援團隊暨與會單位	-----	3
三、支援任務作業過程	-----	3
參、心得與感想	-----	5
肆、建議	-----	5

壹、目的

世界核能發電協會(WANO, World Association of Nuclear Operators)東京中心(WANO-Tokyo Centre, 簡稱WANO-TC)邀請台電公司派遣專家參與2014年大陸秦山核電站的「一次側系統高濃度硼酸冷卻水中二氧化矽移除」技術支援任務(Technical Support Mission, TSM), 協助WANO-TC提供秦山核電站適當建議, 解決其一次側系統(Primary System)高濃度二氧化矽的方法。技術支援任務係世界核能發電協會主要活動之一, 台灣電力公司為WANO的會員, 有義務參與WANO的各項活動。WANO在2011年日本福島事件之後, 進一步推動各項活動, 以持續提昇核能電廠作業品質及改善弱點, 促進全球核能工業整體安全。

本次技術支援任務是接受WANO-TC(東京中心)之邀請, 派員參與2014年大陸秦山核電站「一次側系統高濃度硼酸冷卻水中二氧化矽移除」技術支援任務, 協助WANO-TC提供秦山核電站適當建議, 解決其一次側系統(Primary System)高濃度二氧化矽的方法。

二氧化矽, 化學式為 SiO_2 。但在水處理方面 SiO_2 通常是指矽土(Silica), 它是指所有矽與氧的化合物。因為矽土在水中常與鈣、鎂等雜質形成結垢(scale), 而結垢的成份分析Si與O的比例通常為1:2。

壓水式核能電廠(Pressurized Water Reactor, PWR)的一次側系統(Primary System)冷卻水中, 矽土濃度過高的話, 容易與鈣、鎂等雜質形成結垢。這些結垢如果沈積(deposit)在核燃料護套(fuel clad)上, 可能導致核燃料的熱傳效率降低, 甚至可能導致燃料護套破損。因此, 一次側冷卻水中的矽土濃度必須適當控制在允許範圍內, 確保電廠安全運轉。然而, 要移除水中的矽土並不容易, 尤其在一次側冷卻水中移除矽土則更難, 這是因為一次側冷卻水中含有高濃度的硼酸(boric acid)。由於硼酸和二氧化矽分子量相近, 且其解離常數(K_w)亦皆很小, 因此很難有效地去加以分離。

這一次技術支援任務主要是藉由訪談、資料蒐集、研討、運轉經驗分享, 幫助秦山核電站找出一側系統二氧化矽濃度高的肇因, 並提出解決問題的建議供參考。此外, 藉由經驗交流, 將秦山核電站的案例回饋提供本公司核能電廠同仁之參考。

貳、過程

一、秦山核電站簡介

秦山核電站是大陸自行設計、建造和運營管理的第一座30萬千瓦壓水式核電站，地處浙江省海鹽縣。由中國核工業集團公司100%控股，秦山核電公司負責運行管理。秦山核電站工程建設自1985年3月20日開工，1991年12月15日並網發電，1994年4月正式投入商業運轉。



秦山核電站的位置

二、技術支援團隊暨與會單位

本次技術支援任務是由WANO-TC(東京中心)負責，故團隊領隊(Team Leader)來自WANO東京中心。團隊除了領隊之外，另有1位專家，來自台灣電力公司。而與會單位除了秦山核電站人員外，尚包括來自海南、福建、山東等各地的核電站相關專家總計20餘位。

三、支援任務作業過程

103年10月21日 ~ 103年10月21日	往程(高雄→大陸浙江海鹽)
103年10月22日 ~ 103年10月24日	秦山核電站技術支援作業
103年10月24日 ~ 103年10月24日	回程(大陸浙江海鹽→高雄)

(一)出國前準備

秦山核電站於TSM前1個月左右，將該核電站的基本資訊如一次側各系統介紹、一次側迴路各項水質參數數據及趨勢圖、二氧化矽情況簡介等資訊寄給筆者研讀，期能事先瞭解本次TSM任務內容詳情。筆者亦針對一次側系統含高濃度硼酸水中矽土之移除多方蒐集資訊，參考國際上相關電廠所採取措施。

(二)TSM作業

第1天

TSM作業的第1天晚上，WANO團隊與秦山核電站相關人員先召開第1次隊會，然後會同參加TSM與會人員在旅館餐敘，相互認識，發放相關與會資料。

第2天

早上由秦山核電站主管致歡迎詞，接著由WANO領隊致詞。與會人員自我介紹後，WANO領隊簡介TSM活動的意義與內容，然後由秦山核電站人員介紹機組概況、一次側冷卻水系統二氧化矽偏高問題、核電站為解決問題所做的努力，以及對於TSM的期望。

午餐後，由筆者針對一次側系統高濃度硼酸水中矽土之移除做一簡報，分享國際上以及核三廠在此一問題上的解決方法。之後與會人員利用一些時間，前往核電站進行參觀，以期能由現場蒐集更多資訊。參觀完畢後，回到會場進行隊會討論、確認第3天的行程安排。

第3天

訪談核電站相關人員、查閱相關文件，進一步詳細了解核電站的主要問題所在。與會人員展開討論，找出解決一次側冷卻水矽土偏高問題的方法，專家則逐步提出、推荐解決一次側冷卻水矽土偏高問題的對策與建議(詳如附件)。

下午結束前，進行隊會討論、確認第4天的行程安排。

第4天

早上接續主要問題，WANO團隊提出TSM報告草稿，商討確定推荐建議，討論重要建議期望的目標和結果。經相關人員討論、修改TSM報告內容，決定最後報告內容。

早上11:00，WANO領隊向與會人員暨核電站主管介紹TSM報告草稿。經澄清提問後，核電站主管致謝詞，WANO領隊致閉幕詞後，結束整個TSM任務。午餐後，整備打道回程。

參、心得與感想

- 一、TSM任務是WANO邀請專家組成團隊，藉助這些專家的經驗來幫助主辦的電廠(Host Station)找出問題的肇因，並加以提出解決方法或建議，使電廠的營運績效更能提升，更往安全的方向進行，是一項對電廠有正面效益的活動。
- 二、精確掌握廠家所提供設備/組件的詳細規範資訊-此次秦山核電站遭遇問題的主要肇因之一，可能就是未能掌握廠家所提供組件的規範而導致。掌握零組件資訊，才能確保其品質，不至於對運轉產生不利衝擊。
- 三、對於水質異常現象要有敏銳觸角才能防範事態擴大-秦山核電站一次側系統矽土偏高問題並非最近才發生，由於未能及早採取對策，致使矽土濃度增高，造成運轉困擾。
- 四、每日TSM開始之前，秦山核電站人員會摘要每日一條安全信息、宣讀，將安全文化帶入每日作業中，顯見安全文化已建立於日常工作中。

肆、建議

- 一、持續強化、推動核能安全文化，培養工作人員當責的工作態度。
- 二、TSM技術支援內容回饋廠內。