

出國報告（出國類別：開會）

參加 WANO 巴黎中心舉辦之
新建核能機組起動前同業評估論壇

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：徐自生 核能工程監

派赴國家：中國

出國期間：102.04.07 至 102.04.12

報告日期：102 年 05 月 11 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 巴黎中心舉辦之新建核能機組起動前同業評估論壇

頁數 23 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

徐自生/台灣電力公司 /龍門核能發電廠/經理/(02)2490-3550 轉 4200

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他（開會）

出國期間：102.04.07-102.04.12 出國地區：中國

報告日期：102 年 5 月 11 日

分類號/目

關鍵詞：世界核能發電協會(WANO)、新建核能機組起動前同業評估、龍門核能發電廠

內容摘要：（二百至三百字）

鑑於日本福島第一核電廠於 2011 年 3 月 11 日，因地震引發海嘯而破壞電力及冷卻功能，造成爐心部分熔毀及燃料池受損的嚴重核子事故，核能發電也因此受到更嚴格的要求與檢視。

為確保核能發電的安全，世界各國的電力公司，除對所有核能機組(含已在發電及新建中的機組)，進行因應福島事故的應變能力檢視與強化(此即本公司的核能電廠核安總體檢)之外，對新建中的核能機組，另外要求加強起動前安全準備作業。世界核能發電協會(WANO)巴黎中心，為了協助各電力公司，做好新建核能機組起動前的準備工作，從 WANO 任務變革、已完成啟動前同業評估的電廠提供經驗回饋、技術支援等議題廣泛交換意見。

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

目 次

	頁數
一、出國目的	1
二、出國行程	2
三、任務內容	3
參加 WANO 巴黎中心舉辦之 新建核能機組起動前同業評估論壇	
四、心得	13
五、建議	16
附件一 新建核能機組起動前同業評估論壇議程	17
附件二 論壇參與人員	19

壹、出國目的

由於日本福島第一核電廠於 2011 年 3 月 11 日，因地震引發海嘯而破壞電力及冷卻功能，造成爐心部分熔毀及燃料池受損的嚴重核子事故。為確保核能發電的安全，世界各國的電力公司，除對所有核能機組(含已在發電及新建中的機組)，進行因應福島事故的應變能力檢視與強化(此即本公司的核能電廠核安總體檢)之外，對新建中的核能機組，另外要求加強起動前安全準備作業。世界核能發電協會 (World Association of Nuclear Operators, 簡稱 WANO) 巴黎中心 (WANO-Paris Centre, 簡稱 WANO-PC) 為協助電力公司加強新建核能機組的安全性，及妥善準備啟動前同業評估，因此邀請世界各電力公司，最近完成新建核能機組啟動前同業評估(以下簡稱啟動前同業評估)的電廠，及即將舉行起動前同業評估的電廠，參加此項論壇，以交換工作心得與經驗回饋。

本次出國之主要目的，係參加上述由 WANO 巴黎中心舉辦的啟動前同業評估論壇。本項會議的主要目標，除希望藉由完成啟動前同業評估的電廠現身說法，讓將執行啟動前同業評估的電廠，瞭解評估的程序與準備重點，藉準備同業評估以強化電廠安全性之外。另一個重點是，如何在啟動前同業評估期中，說明電廠從歷年來的嚴重事故報告中，學到的經驗及強化安全的重點為何，並在評估期間實質展現出來。依照原訂建廠時程，龍門電廠將於明年初進行起動前同業評估，由於此項同業評估結果廣受政府及外界的矚目，為使本項作業進行順利，並能取得良好的評估結果，及早瞭解國外電廠如何執行及準備，相信必有實質效益。

另外，由於本公司龍門核能發電廠的興建計畫，從計畫開始到現在已執行超過 20 年，設計期間雖然因為適逢核能工業不景氣，興建過程中又遇到停建、原物料價格飆漲、法規引用的適當性等風波，導致建廠時程拖延甚久，也造成外界認為電廠不安全的負面印象。因此參與本項會議還有以下一些次要目的，希望藉參加這種技術交流會議的機會，讓 WANO 及世界各電力公司瞭解，台電公司是一個負責盡職的公司，台電核能電廠的工作人員，都是非常敬業及遵守法規的，在為龍門核能電廠安全的營運作準備。同時也希望藉與各國同儕交流中，瞭解各國興建核能電廠所使用的法規，與本公司所承諾採用的美國核能法規的差異處。

貳、出國行程

自 102 年 04 月 07 日至 04 月 12 日 (含往返程路程共 2 日) 共計 6 日，於 4 月 8 日起至 4 月 11 日，在中國廣西南寧市參加 WANO 巴黎中心與廣核集團共同舉辦的新建核能機組啓動前同業評估論壇。詳細行程如下：

期 間	工 作 內 容 摘 要
04/07	往程。
04/08~04/11	<p>1. 第一天： 10:00-21:00 報到及分組。</p> <p>2. 第二天： 09:00-10:15 歡迎致辭及參與人員介紹。 10:15-10:45 介紹 WANO 及說明 WANO 策略的變革。 11:15-17:15 Pre Start Up Peer Review(PSUR) – Process and results (啓動前同業評估過程與結果) 此項議題共計有 4 個簡報，分別由巴黎中心及香港辦公室人員說明。</p> <p>3. 第三天： Nuclear Power Plants’ post PSURP experience (核電廠啓動前同業評估經驗回饋) 09:00-09:45 Nuclear Power Plant’s post PSURP in Ningde NPP 由廣核集團寧德電廠副廠長介紹，該電廠如何準備 PSURP，及該電廠為何作了 2 次 PSURP。 10:00-18:30 參觀廣核集團興建中的防城港核電廠</p> <p>4. 第四天： Nuclear Power Plants’ post PSURP experience(續) 09:00-10:20 PFBR perspective for Pre Start Up Peer Review 由印度電力公司介紹該公司快滋生式反應爐的建造現況，及該廠已在準備 PSURP 的情形。 10:20-12:30 Group Works(分組討論) 所有參與者分成 4 組，討論有關 Operating Organization; Operating experience and SOERs review; Training and Qualification; and Safety Culture (運轉組織、運轉經驗與嚴重事故報告回顧、訓練與品質、及安全文化) 等議題。</p>
04/12	返程。

參、任務內容

一、第一天報到及分組

本次會議有 WANO 巴黎中心、印度、斯洛伐克、及中國北中南地方，眾多核電公司的人員參與，因此會議安排的第一日為報到日，並藉報到時的分組與聚會，讓參與者相互熟悉。

二、第二天會議開始致辭及議題討論

本次論壇是 WANO 全球四個中心，第一次舉辦的新建核能機組啓動前同業評估論壇。本次會議的目的為，WANO 希望藉已執行過啓動前同業評估的電廠，以經驗回饋的方式，提供各電廠有關啓動前同業評估更深入的資訊，協助電力公司加強新建核能機組的安全性，及妥善準備啓動前同業評估。因此由 WANO 巴黎中心邀請世界各電力公司，參加此項論壇，以交換工作心得與經驗回饋。

本次會議共有三大主題、一項現場參訪及一項分組討論，三大主題共計有 10 項議題，各項議題如下：

1. 介紹本論壇的議題及目標(Introduction to Workshop topics and goals)
2. 參與者相互介紹，我是誰？我從何處來？我為何來參加此論壇？
(Introducing each other: Who we are? Where do we come from? Why we are here?)
3. 這是 WANO(This is WANO)
4. 啓動前同業評估流程(Pre Start Up Review Process/PSURP)
5. 啓動前同業評估 - 結果及展望(Pre Start Up Peer Review – Results and perspectives)
6. 啓動前同業評估期間對嚴重運轉事故報告的回顧 - 流程與結果(SOERs Review during Pre Start Up – Process and results)
7. 同業評估團的績效觀察 - 流程與結果(Crew Performance Observation – Process and results)
8. 寧德核電廠啓動前同業評估的經驗回饋(Experience Feedback of PSURP in Ningde NPP)
9. 壓力式快滋生式反應器對啓動前同業評估的展望(PFBR perspective for Pre

Start Up Peer Review)

10. 執行 IAEA 啟動前評估後改正行動的執行(Implementation of corrective actions after IAEA Pre OSART)

會議開始，由中廣核集團防城港核電公司的副總經理至歡迎辭。接著由 WANO 巴黎中心局長 Mr. Jean Paul Joly，說明本論壇的各項討論主題及目標。以下針對本次 PSURP 論壇各項議題，摘述簡報及討論之重點事項。

第二項議題是參與者介紹，一般參與者介紹都是由自己來介紹自己，通常場面都會比較冷清。但這次 WANO 的安排，是由你鄰座的參與者來介紹你。因此，在準備過程中，所有參與者都很積極的告訴鄰座同儕，你是誰、從事什麼作業、為何來參加此一論壇、及來此論壇最有興趣最想瞭解的事情等等。等到開始介紹時，場面相當熱絡，發表的時間較預定時程長了很多，以致當天上午的休息時間，只剩下洗手間的時間了。

第三項議題是由本次論壇的促進者—巴黎中心的計畫經理 Mr. Jean-Marc Willemenot 說明 WANO 的目標、工作要項、及因應日本福島事件後的變革。WANO 是在 1989 年成立，當初成立的最重要因素，是爲了因應 1986 年發生的車諾比爾事件，多年來的運作相當有效，世界各國核能發電的績效都不斷的在進步中，就在一片看好核能發電前景的情形下，2011 年又發生了日本福島事件。

WANO 成立的目標是，透過共同作業評估、支援改善績效及標竿、互通訊息、及模仿最佳作業，以極大化世界核能發電的安全及可靠性。WANO 各中心的工作計畫，包括運轉經驗、同業評估、績效指標、專業及技術發展、與技術支援等作業。運轉經驗包括重要運轉事件報告、重要事件報告、及即時運轉事件報告等三大項。WANO 成立 24 年以來，共計發行了 16 件重要運轉事件報告，其中因應日本福島事件就發行了 4 件，由此可見福島事件對核能發電產業的影響。同業評估除了對核能電廠進行啟動前同業評估外，運轉中的電廠也要定期進行評估，此外總公司也要接受評估。同業評估的範圍，共計有 10 個領域(Functional Areas)，另外還有 7 個跨領域(Cross-Functional Areas)的評估項目。績效指標共計有 12 項指標，是歷年來促使各核能電廠，努力提升績效的一項評比措施。專業及技術發展係透過各項研討會、

論壇、及專家群會議等方式進行，發行各種專業的良好案例及工作指引，並透過各類通訊工具，讓相關人員及各電力公司瞭解並採用。技術支援係協助 WANO 會員發現並解決問題，以改善電廠的安全及可靠性，是一種各核能電廠之間相互協助，充分發揮同舟共濟的良好模式。

日本福島事件後，核能界認知到：任何一個電廠的單一事件，會影響到全世界整個核能產業。因此在 WANO 的憲章裡申明「每一個運轉員，都應該擔負他確保核能安全的個人責任。這些運轉員也有一齊改善績效及持續提升安全的共同責任。」爲了因應福島事件對核能產業的衝擊，WANO 提出了一些建議，如擴張 WANO 的作業範圍、事件因應策略、提升信譽、資訊透明化、WANO 內部的一致化 5 項建議。

第四項議題是由 WANO 巴黎中心的 Mr. Gilles Blyweert 介紹啓動前同業評估的流程。由於個人負責的工作之一就是準備啓動前同業評估，已相當熟悉相關文件的內容，因此此項議題表面上看起來，好像了無新義，但 Mr. Blyweert 畢竟是老經驗的同業評估領隊，藉著簡報提出了一些相當精闢的看法與建議，感覺受益良多。譬如他發現很多電廠的冷車測試，都是由顧問公司負責，電廠的人只在旁邊監督，而一旦燃料裝填後，進入熱機測試時，運轉員立即擔負起測試的責任時，他們是否能在一夕之間將觀念由建廠轉變至運轉，並表現在他們的行爲上？會議中他提出了一些建議，例如：從觀察管理者及運轉員的行爲，是否具備了堅強的核能安全文化；關鍵工作者的工作品質等，皆可用來判斷這個電廠是否已經準備好燃料裝填。從這裡來看龍門電廠，我們電廠的冷機測試雖然是由電廠人員負責，但是我們在安全認知與行爲，關鍵工作者的工作品質等，是否已達到符合燃料裝填後的要求？

Mr. Blyweert 接著說明啓動前同業評估的關鍵重點是：預防及矯正保養、改正行動、設計變更控制、運轉經驗、偵測試驗計畫、事故減緩等項目。而執行的時機雖然每個個案不同，且需與電廠討論，但原則是：不可晚於第一次臨界前 2 個月，且有足夠的活動可觀察以得到有用的結論，或是在燃料裝填以前。目前巴黎中心針對多機組電廠，第一部機的啓動前同業評估，會針對 10 個功能領域進行評估，評估範圍包括建造、施工後測試及系統移交活動。但目前尚未進行跨領域項目的評估，計畫在今年選取一個領先電廠，增加電廠現況與組態控制(Plant Status & Configuration Control)、工作管理(Work Management)、及設備功能與狀態(Equipment Performance &

Condition)等三項跨領域評估項目，其中工作管理是必要項目，另兩項則視預訪結果而定。有關施工後測試與設備移交訪問，是在啓動前同業評估 12-20 個月前進行，訪問的內容包括，運轉組織的準備、計畫，人力資源建立計畫，支援試運轉測試及燃料裝填啓動活動的文件及資訊系統準備情形，施工後測試及系統移交流程。另一個啓動前同業評估的重點是：運轉員團隊效能觀察(Crew Performance Observation/CPO)，WANO 會提供 3 個觀察員，以 3 個運轉情境來觀察 3-4 個運轉團隊的運轉效能。至於在後續機組進行啓動前同業評估時，除了觀察被評估的機組之外，對上一部機所開出的應改進事項、前次啓動前同業評估後續訪問自我評估執行情形的追蹤、在前次評估時無法觀察的事項、及前次評估無法觀察的 SOER 建議事項，都會被列入啓動前同業評估的範圍內。至於，有關 WANO 巴黎中心在同業評估團員組成、評估準備、評估時程、評估技術、數據分析，及評估結果等，都與東京中心相似。

下午第一項議題，由 WANO 啓動前同業評估香港辦公室的 Mr. Tingkui Wang，簡報：回顧啓動前同業評估所浮現出來的議題。此項報告，主要從 2011 年所進行的啓動前同業評估或再啓動同業評估中，找出一些重要的議題，並以功能領域的方式提出來討論。

此項簡報共分成運轉（個人技巧與團對技巧、安全系統的狀態掌控 2 個子項）、運轉經驗、訓練、消防系統、緊急計畫、管理、及其他雜項議題等 7 項，提出各功能領域上的缺點，供所有與會的電力公司及參與者參考。

接著由 WANO 巴黎中心運轉經驗計畫經理 Mr. Andre Capponi 簡報啓動前同業評估期間，審查嚴重運轉事故報告的程序與結果，在此份簡報中，Mr. Capponi 說明在 16 份嚴重運轉事故報告中，共計有 194 項建議。由於在 2012 年執行啓動前同業評估的 3 個電廠，每個電廠進行嚴重運轉事故報告審查的方式與範圍都不相同，有一個電廠甚至完全沒有進行審查。由於審查的差異甚大，且嚴重運轉事故報告 194 項建議的範圍與適用時機也有所不同，因此目前 WANO 巴黎中心正在進行這些建議事項的分類，與完成審查最低要求的工作方針。這些嚴重運轉事故報告工作方針，包括報告摘要、深度分析、訓練教材、及審查指引，這些文件都可以在 WANO 的網

站上取得。透過這些文件，可以讓會員們清楚瞭解，如何從這些嚴重事故報告中學到可貴的經驗，及如何準備以應對啓動前同業評估的審查。

WANO 巴黎中心另外準備了一份「嚴重運轉事故報告評分程序書」，清楚定義評估建議事項完成程度的標準，及評估程序，基本上建議事項完成的情形，也是採用運轉機組紅綠燈的概念來分類。在啓動前同業評估團隊裡，有 2 位運轉事件/嚴重運轉事件報告的評估者，評估與稽查不同，評估是以績效為基準，對電廠是否具備符合建議事項的有效作為。評估者也會參考其他評估團隊所發展出的，需改進事項與觀察事實，做為他們評估的依據。

最後 Mr. Capponi 從 2011 及 2012 年執行的啓動前同業評估，找出一些需要注意的事項，如：啓動前同業評估的時機，與建議案相關的程序書及組織，有高度關連性。每一件嚴重運轉事故報告，需要有一位認養人，充分了解建議案的執行狀態，以清楚告知評估者，對評估者的審查及評分相當有助益。啓動前同業評估的預訪，對嚴重運轉事故報告的審查程序，非常重要，因此在預訪前需要完成自我評估、認養人的選定與訓練指導。另外，通常啓動階段的電廠，重點係放在取得執照許可（即燃料裝填），對意外管理：如反應度管理、安全系統狀態管控、系統列置，輻射暴露，大修安全管理等事項並沒有良好的準備。

下午最後一項議題由 WANO 巴黎中心的同業評估領隊 Mr. Zhongmin Yan，簡報啓動前同業評估中的運轉團隊效能觀察(Crew Performance Observation 以下簡稱 CPO)。CPO 的觀察重點為主控制室運轉員，包括 NI 及 BOP 的運轉員、高級反應器運轉員、值班主任，若有值班技術顧問(Shift Technical Advisor/STA)，則亦包括在觀察對象內。運轉團隊效能觀察是在全範圍模擬器(Full Scope Simulator)內進行，觀察的範圍包括團隊中每一個成員的效能行為、程序書、模擬器、團隊的集合效能、模擬器講師，模擬器訓練等。活動的觀察，從團隊進行工作前會議(Pre-job Briefing)開始，直到整個情境處理完畢後的任務結束報告(Debriefing/Critiques)。

至於為何要執行 CPO，除了 WPG 06 要求在啓動前同業評估時，同步進行值班團隊效能觀察，並需在燃料裝填前完成，以使電廠在第一次臨界前，有時間進行必要的矯治措施，且嚴重事故報告 2009-3 也有相同的經驗回饋。接著 Mr. Yan 說明 CPO 團隊如何組成、如何準備測試情境、如何進行團隊效能觀察，並提供一個案例說明。

三、第三天會議議題討論及電廠參觀

第三天只安排了一項議題，由寧德電廠廠長 Mr. Li Yong，簡報寧德電廠執行啓動前同業評估的經驗回饋。

寧德電廠在浙江省南端的寧德市，1 號機在 2008 年 2 月 18 日開始建造，2011 年 11 月 28 日開始進行冷機測試，2012 年 4 月 30 日進行熱機測試，2012 年 9 月 28 日燃料裝填，並在同年 12 月 28 日發電機第一次併聯至系統。該廠是巴黎中心第一個以 10 個領域進行同業評估的電廠，因此無論是巴黎中心、電廠及中廣核集團，都非常重視。原訂建廠時程可在 2011 年 12 月前完成冷機測試，因此電廠在 2010 年 6 月時決定在 2011 年 12 月進行啓動前同業評估。在 2011 年 8 月電廠發現建廠時程延期，當年 12 月不但無法完成冷機測試，而且能評估的事項不多，因此該廠與巴黎中心討論，將啓動前同業評估分成 2 階段進行，2011 年 12 月依原訂時程進行第一階段的啓動前同業評估，待 2012 年 5 月熱機測試初期，再進行第二階段的評估。

該廠在預定啓動前同業評估前 1 年半，即申請執行啓動前同業評估，實際執行作業時，發現時間仍有不足，因此建議大家盡可能早點開始準備啓動前同業評估。啓動前同業評估第一階段被提出的需改善領域(Area for Improvement/AFI)，在第二階段執行前，皆已改善完成。但執行第二階段評估後，發現仍有為數不少的需改善領域被提出，這個現象引起相當多與會人員的關切，提出不少問題討論。

上述議題討論完成後，所有與會人員即搭車赴廣核集團的防城港核能電廠參訪。該核能電廠仍在建造中，預定建造 6 部機，1 號機將在明年初進行啓動前同業評估。

四、第四天會議議題討論

第四天的第一個議題是由印度電力公司的 Mr. Nishant Sahu，簡報鈾燃料快滋生式反應器對啓動前同業評估的觀點。Mr. Sahu 首先介紹印度發展核電計畫的三個階段，第一個階段是使用天然鈾當燃料，第壹階段反應爐核分裂過程中產生的鈾，就與鈾當作第二階段反應器的燃料，第二階段核反應產生的鈾 233，再與鈾則當成第

三階段鈾-233 滋生式反應爐的燃料。該電廠即是第二階段鈾燃料快滋生式反應器。該廠的熱功率為 1250MWth，電功率為 500/470MWe（因為該廠的特殊設計，有兩套發電機），使用鈉當冷卻劑，毛熱效率為 40%。

該電廠所挖掘的反應爐穴，是印度所有核電廠中最大及最深的一個，所澆注的水泥也是印度創紀錄的數量，在澆注水泥期間，發生了日本福島事件，讓整個工程的施作更慎重。該廠的模擬器已完成，並已提供運轉員訓練使用。目前該廠已有一些水系統、開關廠外電、柴油發電機、空壓機等系統已完成施工後測試，其他許多重要系統還在建造中。日本福島事件，該廠也有進行檢討，並補強一些設施或系統、設備，如提高海嘯堤的長度與高度、增加額外的 2 台可移動式氣冷式柴油發電機等。

WANO 也要求對該廠進行起動前同業評估，該廠為了有效準備起動前同業評估，計畫採用與 WANO 相同的標準，先做內部評估，以提升電廠效能及各類作業。Mr. Sahu 在簡報最後表示，因為鈾燃料快滋生式反應爐的特性，希望 WANO 能提供特別的指引、程序書或方法給他們使用，也希望能取得其他電廠執行起動前同業評估的程序書及結果來參考，最好是快滋生式反應爐的電廠。

簡報結束，WANO 巴黎中心的局長、計畫經理（即本次論壇的促進者）及各電廠參與者，都對這兩點沒有什麼回應。

第四天的第二項議題是由中廣核集團遼寧省紅沿河核電廠副廠長 Mr. Zhang Yimin，介紹該電廠依據 IAEA 的標準(IAEA Operation Safety Review Teams/OSART guidelines)與方法進行起動前同業評估。中廣核集團轄下的核能電廠，在 2011 年以前可以採用 IAEA 或 WANO 的標準進行起動前同業評估，現在已統一採用 WANO 的標準。該廠在執行起動前同業評估前，在 2009 至 2011 年共執行過 3 次內部評估，評估的標準也是採用 IAEA 的標準再加上集團內部的要求。

由於紅沿河電廠完全沿襲嶺澳核電廠的設計，而嶺澳核電廠在前幾年也執行過起動前同業評估，因此該廠表示在準備起動前同業評估的事前資料包(Advance Information Package)時，相對容易很多。IAEA 的起動前同業評估，也提供工作指引，其評估領域共有：管理及組織、訓練及品質、運轉、維護、技術支援、運轉經驗、輻射防護、化學、緊急計畫及準備等九個領域，與 WANO 的評估領域相比，在功能領域中少了消防一項，且缺乏跨領域項目的評估要求。IAEA 的評估方式與 WANO

相當相似，WANO 在需要加强的地方以 Area for Improvement(AFI)來表示，而 IAEA 用 Recommendation 及 Suggestion 來表達，其中 Recommendation 是與世界標準比較差距較大的項目。兩種評估方式對優點的表示方式也類似，WANO 以 Strength 表示，IAEA 以 Good Practice 表示。

最後，紅沿河電廠張副廠長，提出一個比較表，說明上述兩個電廠在執行完起動前同業評估的優缺點。從比較表中可以很明顯的看出，無論是 Recommendation 或 Suggestion 項目來看，紅沿河電廠都比嶺澳電廠多，而 Good Practice 又比較少。而紅沿河電廠的一切軟硬體都是從嶺澳複製過來，也在同一個集團之下，在正式評估前，又進行過 3 次自我評估（包括總公司也派員參加），正式評估出來的結果，竟然需要改善處比嶺澳電廠還多，這種情形引起許多與會者的興趣，在簡報結束後的提問，非常踴躍。

以上所有排定的議題都完成後，本論壇最後一個議題是團隊作業。WANO 巴黎中心將所有與會者分成：運轉組織、運轉經驗及嚴重運轉事故回顧、訓練及品質、安全文化等四組，每一組都有其特定的討論事項。

第一組討論運轉組織的討論事項為：你的電廠準備從建廠工作轉變成運轉活動的方法是什麼？你如何界定、溝通與評估在運轉階段需要依循的標準？你如何發展、評估及改進中階與基層管理團的領導、監督、報告文化的技巧？同一個電廠當增建機組時，為維持電廠員工在可能的最佳知識及行為品質的人力資源的配置管理為何？

由於討論時間有限，第一組只針對第一個問題：電廠準備從建廠轉變成運轉活動的方法，提出了討論結果，包括準備好程序書、有計畫的訓練、電廠人員在測試時就應參與現場測試與維護工作、從自我評估來看電廠是否以準備好了、在燃料裝填前 6 個月就要評估人員的數量與品質。

第二組討論運轉經驗及嚴重運轉事故回顧的討論事項有：你的電廠有什麼方法或組織，能夠從內部及外部的運轉經驗、建廠經驗中獲益？你如何利用 WANO 的嚴重運轉事故報告去防止類似事故的發生？如何建立從建廠轉換到運轉階段的報告文

化？如何管理及使用低危險度的事件？你們何時開始報告這些事件？你們電廠的矯正行動方案已經建立了嗎？為何及如何建立？

第二組只針對第一及第二項討論事項提出結果，針對第一項：從內部、外部運轉經驗中獲益；各電廠都只提出如何取得運轉經驗，但是並沒有提出如何從這些運轉經驗中受益的具體作法。第二項：如何利用 WANO 嚴重運轉事故報告防止類似事故發生；中核公司有一個專門處理運轉經驗的部門（歸屬在工程設計單位中），會針對所有外部運轉經驗，提出建議要求電廠採取行動。中廣核公司則只有一個專人處理這些嚴重運轉事故報告，將報告的建議事項送給各負責部門處理，並沒有強制性的處理流程。

第三組討論訓練及品質的討論事項有：隨著建廠排程電廠逐漸接手，電廠如何建立人員的知識與技能？電廠如何使用模擬器訓練？模擬器是全功能的嗎？技能的範疇是否延伸到包括領導、監督、減少失誤的工具、運轉決策過程等非技術領域項目？。對完全沒有或只有一點點經驗的核能電廠新運轉員，如何建立知識傳承技術以維持他們的知識與技能？當新建機組將要啟動時，如何維持電廠良好的知識水準？

第三組針對第一項：電廠逐漸接手後，如何建立人員的知識與技能；提出使用標準程序書、到同型電廠進行隨班訓練、若建廠時程延誤，則將值班人員送到別的機組值班以建立其技術知能、倘若可能，要求電廠人員擔任測試團隊的副手等意見。針對第二項：模擬器訓練；他們提出對全新的電廠，至少在燃料裝填前 1 年，模擬器要完全建置好，並開始進行運轉人員的模擬器訓練、必須注意並提升模擬器講師的教學技巧等兩項意見。其他四項因為時間關係，沒有提出意見。

第四組討論安全文化的討論事項有：你的電廠從建廠到運轉階段，如何建立核能安全文化？如何調解時程壓力並強調核能安全是最優先考慮的事項？電廠對許多新進員工、合約人員，如何維持最優先考慮核能安全的文化？

針對以上四項討論事項，對如何調解時程壓力並強調核能安全是最優先考慮的事項，第四組討論時，因為無法提出一個具體可行的方法，因此沒有結論。對其他三項議題的意見是：堅強的安全文化必須從上往下要求，因此領導階層、電

廠的總公司，都必須以堅定的態度強調安全文化的重要性，總公司對領導者的效能評估需包括核能安全行爲。爲了徹底的推動安全文化，因此電廠員工需接受相關訓練，領導階層還需接受如何監督等特殊訓練。電廠需要建立核能安全委員會，及一些推動的活動來強化安全文化。

四、心得

- (一) 日本福島事件後，核能界更深切體認到：任何一個電廠的單一事件，會影響到全世界整個核能產業。因此全球各國的核能電廠、電力公司組成的組織(WANO、INPO)、及管制單位，都進行了非常廣泛及深入的探討。探討的目的，不但希望運轉中的核能電廠能更安全的運轉，而且針對超過設計基準事故，也預先準備因應措施與減緩事故的能力。倘若以乘坐民航飛機為例，這些提升安全的措施，就像在噴射飛機上，再加上一對滑翔翼、防爆機身、自動滅火裝置...，當發生事故時，飛機可以毀損，乘坐人員的生命一定要確保。WANO 為提升核能機組的安全性，除了要求更深入及頻繁的同業評估，提供更多的技術支援外，也格外注意新建核能機組的起動前準備狀況。
- (二) 由於新建核能機組在裝填燃料後，就進入有核能安全顧慮的狀態，電廠是否已經準備好了，在福島事件之前，WANO 對起動前同業評估的評估項目與範圍，並沒有強制的規定。而為了因應福島事件的衝擊，更高的安全要求已經是普世的價值標準，WANO 也因應時勢提出了一些建議，包括進行更深入的起動前同業評估，從以前選擇性的執行部份功能領域及跨功能領域的評估方式，改成全功能領域的評估。這種改變，對電廠而言增加了許多作業，但從參加這個論壇的與會者討論中，各核能電廠對這種改變都持正面看法，認為對提升核能安全有相當的助益。
- (三) 參加這個論壇後，發現 WANO 巴黎中心與東京中心，在起動前同業評估活動中，所引用的文件雖然都相同，但是實際活動的內容似乎有不小的差異。譬如，巴黎中心在啓動前同業評估 12-20 個月前，會進行施工後測試與設備移交訪問。訪問的內容包括，運轉組織的準備、計畫，人力資源建立計畫，支援試運轉測試及燃料裝填啓動活動的文件及資訊系統準備情形，施工後測試及系統移交流程等。個人認為這個施工後測試與設備移交訪問，對電廠準備起動前同業評估有相當的助益，對負責施工的單位/組織也有幫助，可以將兩個組織連結起來，共同為建造一個安全的電廠努力。
- (四) 在論壇的討論中，發現與會的電廠，幾乎都只負責裝填燃料以後的測試及以後的正式營運，冷車測試、熱機測試等，都是由顧問公司負責，電廠的人只在旁邊監督。因此會議中就討論到，一旦燃料裝填後，進入起動測試後，運

轉員是否能在一夕之間，將安全文化的觀念與行爲，由沒有核安顧慮的建廠轉變至有核安顧慮的核電廠營運？會議中雖然有一些建議，例如：觀察管理者及運轉員的行爲，是否具備了堅強的核能安全文化？關鍵工作者的工作品質如何？從這裡來看龍門電廠，我們電廠的冷機測試雖然是由電廠人員負責，但是我們在這個沒有核安顧慮的階段，對核能安全的認知與行爲、關鍵工作者的工作品質等，也應該仔細檢視一下是否符合燃料裝填後的要求。

(五) 個人認爲參加這個論壇最有收穫的地方是，由 WANO 香港辦公室的 Mr. Tingkui Wang 所簡報的回顧啓動前同業評估所浮現出來的議題。此項報告將 2011 年以來，所進行的啓動前同業評估或再啓動同業評估中，找出一些重要的共同缺點，以功能領域的方式提出來供各電廠參考。這些缺點，必然是我們將來進行起動前同業評估時，各領域評估員的查訪重點，值的我們好好瞭解與準備。

(六) 起動前同業評估項目之一「運轉經驗」，審查者主要是依據 WANO 歷年所發型的嚴重運轉事故報告，察看電廠是否符合起動前的準備作業。但是這 16 份嚴重運轉事故報告中，共計有 194 項建議事項，電廠在準備這個項目時，實在非常困難。此次會議，WANO 巴黎中心說明目前已完成這 194 項建議事項的適用時機分類，同時提供最低要求的工作方針，這對電廠完成起動前準備工作非常有幫助，可以將有限的資源用在必要的地方。

(七) 印度電力公司 Mr. Sahu 簡報鈾燃料快滋生式反應爐對啓動前同業評估的觀點，並在簡報最後表示，因爲鈾燃料快滋生式反應爐的特性，希望 WANO 能提供特別的指引、程序書或方法給他們使用，也希望能取得其他電廠執行起動前同業評估的程序書及結果來參考，最好是快滋生式反應爐的電廠。由於快滋生式反應爐並不普及，與會者都沒有接觸過這類的反應器，因此他的要求沒有人回應。不過個人認爲，倘若以完成起動前準備，審查核電廠是否足夠安全的角度來看，現有的評估項目、工作指引就足以使用。因爲，影響核能安全的一些要項，如人員的知識/訓練、組織行爲、設備維護管理、運轉員行爲等是否符合安全文化要求，並不因爲機組型態不同而有所差異。

至於他希望取得其他電廠執行起動前同業評估的程序書及結果，其實在這次的會議中，已經安排了兩個電廠，報告他們的評估程序與結果，個人認爲這些資

料已經足夠參考。至於更進一步的資訊，譬如：評估前事前資料包(Advance Information Package)，也許可以透過電廠間的聯繫與 WANO 的協調取得，對完成機組起動前的安全準備會有相當的幫助。畢竟，所有的核能電廠都是彼此的人質，任何一個廠出了問題，都會波及到所有的電廠。

(八) 本次會議中，由 WANO 巴黎中心的同業評估領隊 Mr. Zhongmin Yan，簡報啓動前同業評估中的運轉團隊效能觀察(CPO)，個人認為這應該是我們電廠極需要加強的地方。前面已經敘述過，WANO 在世界上有 4 個中心，可是各中心的作業方式與嚴謹度有相當的差異，CPO 的觀察也是一個項目。WANO 東京中心在這方面並沒有要求，目前為止也沒有對各電廠提出將會執行此項評估，可是巴黎中心已經開始執行了。CPO 觀察的重點是主控制室運轉員，包括 NI 及 BOP 的運轉員、高級反應器運轉員、值班主任，若有值班技術顧問(Shift Technical Advisor/STA)，則亦包括在內。由於整個電廠的營運是掌握在運轉團隊手中，運轉團隊的效能，關係著整個電廠的安全與績效，在燃料裝填前進行一項仔細的檢視，其實非常有其需要。

五、建議

- (一) 回顧 2011 年以來所進行的啓動前同業評估或再啓動同業評估，從這些評估報告中彙總出來的共同缺點，值得相關人員尤其是龍門電廠，仔細研究、評估與改善。這些缺點，必然是將來進行起動前同業評估時，各領域評估員的查訪重點。龍門電廠在後續準備起動前同業評估的活動中，將會增加此一評估項目，及早進行準備。
- (二) WANO 巴黎中心已經針對 16 份嚴重運轉事故報告中，共計 194 項建議事項，完成分類與審查最低要求的工作方針。這些嚴重運轉事故報告工作方針，包括報告摘要、深度分析、訓練教材、及審查指引，透過這些文件，可以讓我們清楚瞭解，如何從這些嚴重事故報告中學到可貴的經驗，及如何準備，以應對啓動前同業評估的審查。另外，巴黎中心也完成一份「嚴重運轉事故報告評分程序書」，清楚定義評估建議事項完成程度的標準及評估程序。上述這些文件，公司相關人員尤其是龍門電廠，必需儘速取得，列為準備起動前同業評估運轉經驗領域的參考資料，並儘速加以研讀吸收。另外，由於啓動前同業評估的預訪，對嚴重運轉事故報告的審查範疇與內容非常重要，因此在預訪前，電廠需要完成自我評估、各領域認養人的選定、與訓練指導等作業。
- (三) 為何要執行 CPO，巴黎中心表示，除了 WANO 同業評估指引要求，在啓動前同業評估時，同步進行值班團隊效能觀察。這項觀察需在燃料裝填前完成，以使電廠在第一次臨界前，有時間進行必要的矯治措施，且嚴重事故報告 2009-3 也有相同的經驗回饋。目前 WANO 東京中心雖尚未要求，在電廠起動前同業評估項目中，增加此一「運轉團隊效能觀察(CPO)」評估項目，但從其他東京中心已完成的起動前同業評估結果，及巴黎中心已經開始在執行的現況來看，這項評估近期內很有可能被提出。而在經過與電廠運轉人員討論後，個人認為龍門電廠在這個項目上極需要加強，且最好能夠儘速進行。

附件一 102 年新建核能機組起動前同業評估論壇議程

Pre Start Up Peer Review Workshop – Process and Results 8th - 11th April 2013, Nanning city, China

Programme

Monday 8th April 2013

10.00 – 20:00 *Arrival at the Nanning Marriott Hotel*

19.00 - 21.00 *Get-together, Informal light buffet and drinks – Nanning Marriott Hotel*

Tuesday 9th April 2013

08.30 – 17.15 *Nanning Marriott Hotel*

08.30 – 09.00 Registration (for those unable to do so on Sunday evening)

Introduction to the Workshop

09.00 – 09.15 Welcome words (Gong Guangchen, Deputy General Manager, Fangchenggang NPP, China)

09.15 – 09.30 Introduction to Workshop topics and goals – mentor speaking
Jean-Paul Joly, Member Relations Director, WANO Paris Centre

09.30 – 10.15 Introducing each other: Who we are? Where do we come from? Why we are here?

10.15 – 10.45 This is WANO
Jean-Marc Willemenot, Professional and Technical Development Programme Manager, WANO Paris Centre, France

10.45 – 11.15 *Coffee and refreshments*

Pre Start Up Peer Review – Process and results

11.15 – 12.15 Pre Start Up Peer Review Process
Gilles Blyweert, Peer Review Team Leader, WANO Paris Centre, France

12.15 – 13.45 *Lunch*

13.45 – 14.45 Pre Start Up Peer Review – Results and perspectives
Tingkui Wang, WANO Hong Kong Office, China

14.45 – 15.45 SOERs Review during Pre Start Up - Process and results
André Capponi, Operating Experience Programme Manager, WANO Paris Centre, France

15.45 – 16.15 *Coffee and refreshments*

16.15 – 17.15 Crew Performance Observation – Process and results
Zhongmin Yan, Peer Review Coordinator, WANO Paris Centre, France

Wednesday 10th April 2013

8.45 – 10.00 *Nanning Marriott Hotel*

08.45 – 09.00 Feedback from yesterday Group of participants

Nuclear Power Plants' post PSUPR experience

09.00 – 9.45 Experience Feedback of PSURP in Ningde NPP,
LI Yong, Deputy Plant Manager, Ningde NPP, China

9.45 – 10.00 *Coffee and refreshments*

Technical tour Visit of the Fangchenggang NPP

10.00 – 12.30 Bus transfer from the Hotel to Fangchenggang NPP

12.30 – 13.30 Lunch at Fangchenggang NPP

13.30 – 16:00 Visit of Fangchenggang NPP

16.00 – 18.30 Bus transfer from Fangchenggang NPP to the hotel

Thursday 11th April 2013

09.00 – 13.00 *Nanning Marriott Hotel*

08.45 – 09.00 Feedback from yesterday Group of participants

Nuclear Power Plants' post PSUPR experience (continous)

09.00 – 9.40 PFBR perspective for Pre Start Up Peer Review
Nishant Sahu, Scientist Officer, BHAVINI Ltd, India

09.40 – 10.20 Implementation of corrective actions after IAEA Pre OSART
Zhang Yimin, Deputy Plant Manager, Hongyanhe NPP, China

GROUP WORKS (*Coffee and refreshments served during Group Works*)

11.00 – 12.00 Group Works results

12.00 – 12.15 Panel Discussion Group of participants

12.15 – 12.30 Conclusion and closing words Mentor

附件二 102 年新建核能機組起動前同業評估論壇參與人員

Pre Start Up Peer Review Workshop – Process and Results 8th - 11th April 2013, Nanning city, China

論壇參與人員如下：

World Association of Nuclear Operators - Paris Centre

Jean Paul Joly	Director (巴黎中心局長)
Jean-Marc Willemenot	Project Manager
Gilles Blyweert	Team Leader
Andre Capponi	OE Programme Manager
YAN Zhong Min	Area Reviewer
Stefanie Zehrt	Secretary

World Association of Nuclear Operators - Tokyo Centre

KINOSHITA Kanji	Programme Manager
-----------------	-------------------

World Association of Nuclear Operators - Hon-gong Office

WANG Tingkui	Technical Programme Manager
--------------	-----------------------------

Electricite de France

Laurent Moutenot	Chief Engineer of Supporting Future Operators
Sebastien Sanchez	TA of Daya Bay Nuclear Power Plant
Stephan Squillaci	Senior Advisor
Herve Gallo	TA of Taishan Nuclear Power Plant

斯洛伐克：Slovenske elektrarne, a. s. (ENEL)

Michal Kozicky
Miroslav Tokar

印度：Bharatiya Nabhikiya Vidyut Nigam Limited(BHAVINI)

Nishant Sahu	SCIENTIFIC OFFICER "D"
--------------	------------------------

China National Nuclear Corporation

SU Changsong	Deputy Section Head
TANG JianQiu	Senior engineer
XU Yongjun	Senior Economist
YING Zhongxian	Licensing management section chief
ZHANG Hongjun	Manager

Liaoning Hongyanhe Nuclear Power Co

ZHANG Yimin	Deputy plant manager
YAN Xiwa	Area Reviewer

China Guangdong Nuclear Power Holding Co, Ltd

LIU Tenglong	
SUN Shuhui	Area Reviewer
DI Limin	

Taishan Nuclear Power Joint Venture Co

HUANG Bin Technical manager
ZHANG Liqiang Simulator Instruction Section Head

Fujian Fuqing Nuclear Power Co

BI Hongda Deputy chief engineer
LI Qin Licensing Engineer
CHEN Lingfei Section chief

Fujian Ningde Nuclear Power Co

LI Yong Deputy plant manager

Daya Bay Nuclear Power Operations and Management Co, Ltd. (DNMC)

ZHU Yuan Li Head of Safety Branch
HUANG Hui Zhang Manager Assistant
HU Xiao Min Fire Protection Engineer
LI Yang Engineer
LIU Rui xia Maintenance Branch Head
CAO Li Ping Secretary
WANG Lei
YUAN Zhenya Senior engineer

Sanmen Nuclear Power Company, Ltd.

TANG Gang

Guangxi Fangchenggang Nuclear Power Co., Ltd

GONG Guangchen Deputy General Manager
LIU XiaoJun Chemistry Supervisor
CHEN Qiang Operating Experience Engineer
MA Laishan Radiological Protection Engineer
WU XU Training Engineer
XU XiaoZhao Engineer
ZHANG Guo lei
ZHOU Lei Operation Engineer

Taiwan Power Company

Tzu-Sheng Shyur Quality Manager

