

出國報告（出國類別：開會）

參加印度 TARAPUR 電廠標竿訪問核一廠 預備會議

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：巫鴻志 副廠長
李榮達 安全管制課長
廖學志 核安資訊課長
郭繼元 核電廠評估技術交流專員

派赴國家：日本

出國期間：106.12.25~106.12.28

報告日期：107.01.23

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加印度 TARAPUR 電廠標竿訪問核一廠預備會議

頁數 8 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)23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

巫鴻志/台灣電力公司/第一核能發電廠/副廠長/(02)26383501#3001

李榮達/台灣電力公司/第一核能發電廠/安全管制課長/(02)26383501#3461

廖學志/台灣電力公司/龍門電廠/核安資訊課長/(02)24903550#3930

郭繼元/台灣電力公司/緊急計畫執行委員會/核能工程師/(02)23667672

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：106.12.25~106.12.28 出國地區：日本

報告日期：107 年 01 月 23 日

分類號/目

關鍵詞：世界核能發電協會(WANO)、TARAPUR 電廠、標竿訪問

內容摘要：赴 WANO 東京中心討論「印度 TARAPUR 電廠至核一廠進行 Benchmarking Visit(BV)標竿訪問」預備會議，針對行程安排和 TARAPUR 電廠所提出各項需求進行溝通討論，以提升印度核電公司 TARAPUR 電廠於此次標竿訪問交流之深廣度，並增進 WANO 會員與本公司間之互動。

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

目 錄

壹、出國目的	-----	01
貳、任務過程	-----	01
參、任務內容	-----	02
肆、心得與建議	-----	08

壹、出國目的

印度國家核能電力公司(NPCIL) TARAPUR電廠於2017接受世界核能發電協會(WANO)之同業評估，評估團隊對該廠提出數項弱點，因此TARAPUR電廠向WANO-TC(東京中心)提出標竿訪問(BV, Benchmarking Visit)需求，經WANO-TC協調後，本公司同意至本公司核一廠進行標竿訪問。NPCIL此次赴核一廠標竿訪問，主要是與核一廠交流運轉維護管理模式，並對同業評估所提弱點提供改善建議，以協助其提升核能安全，並增進WANO會員與本公司間之互動。本次出國任務主要是參與世界核能發電協會東京中心(WANO TC)規劃安排TARAPUR電廠標竿訪問活動之預備會議，此次預備會議針對TARAPUR電廠擬標竿訪問的議題之準備工作及行程安排討論，相關議題如下，將透過標竿訪問相互交流及精進作為，提升核電廠之績效與表現。

一、運轉管理：**團隊成員**在執行安全相關偵測試驗、暫態時因應處理及暫態後檢討之作法。

二、設備可靠度及維護策略：

(一) 有關設備故障的問題解決，探討電廠事件的肇因及採取防範再發生的作為。

(二) 重要設備狀態的趨勢監測及建立有效的維護方案以防範設備發生故障。

三、輻防管制：人員輻射劑量及累積劑量的管制。

四、績效指標：電廠的標準與期待，如在營運決策(Operation Decision Making, ODM)、事件問題解決及改正行動計畫(Corrective Action Program, CAP)流程等方面如何建立相關標準。

五、組織效能：電廠的CAP執行方式，如重要事件的篩選、原因分析及改正行動的執行追蹤等。

貳、任務過程

任務期間自中華民國 106 年 12 月 25 日至 106 年 12 月 28 日止，共計 4 天，行程及工作內容如下：

起迄日期	停留機構	所在地點	工作內容
106.12.25~106.12.25		台北→東京	往程

106.12.26~106.12.27	WANO-TC	WANO 東京中心辦公室	參加印度 TARAPUR 電廠標竿訪問核一廠預備會議
106.12.28~106.12.28		東京→台北	返程

過程簡述：

- 一、預備會議於日本東京的世界核能發電協會(WANO)東京中心辦公大樓會議室舉行；台電公司由第一核能發電廠巫副廠長領隊共 4 位成員與會，東京中心由對資深經理李清河先生等 5 位成員與會。
- 二、106 年 12 月 26~27 日討論內容如下：
 - (一) 了解標竿訪問的 TARAPUR 核電廠人員資料背景、溝通行程安排及食宿注意事項等。
 - (二) 團隊成員在執行安全相關偵測試驗、暫態時因應處理及暫態後檢討之作法。
 - (三) 有關設備故障的問題解決，探討電廠事件的肇因及採取防範再發生的作為。
 - (四) 重要設備狀態的趨勢監測及建立有效的維護方案以防範設備發生故障。
 - (五) 人員輻射劑量及累積劑量的管制。
 - (六) 建立電廠的標準與期待，如在營運決策(ODM)、事件問題解決及 CAP 流程等方面如何建立相關標準。
 - (七) 電廠的 CAP 執行方式，如重要事件的篩選、原因分析及改正行動的執行追蹤等。
 - (八) TARAPUR 核電廠(TARAPUR Atomic Power Station ,TAPS)之基本資料。

參、任務內容

2017 年 WANO 同業評估(Peer Review)團隊評估印度 TARAPUR 電廠時，開立了多項待改善領域(Area For Improvement, AFI)，印度 TARAPUR 電廠於 2017 年向世界核能發電協會東京中心(WANO-TC)提出將於 2018 年 3 月標竿訪問之需求，希望透過本次標竿訪問活動之交流，瞭解國際間其他核能電廠相關制度與優良做法，作為其改正行動的參考。經 WANO-TC 相關人員的協調，本公司同意至核一廠進行標竿訪問，為了使本公司進一步瞭解 TARAPUR 電廠的需求及精進本次標竿訪問交流的成效，WANO TC 邀請本公司相關負責人至 WANO TC 進行 TARAPUR 電廠標竿訪問之預備會議，共同討論參訪之細節。本公司與會人員除針對 TARAPUR 電廠提出的需求進行討論瞭解外，亦收集印度 TARAPUR 電廠之基本資料，期盼對雙方在標竿訪問期間的交流能有更深入的互動。

TARAPUR 電廠向 WANO-TC 提出的標竿訪問需求議題：

1. 在執行安全相關偵測試驗及可能暫態時，團隊成員、執行與暫態後檢視存在弱點；
2. 設備故障的問題解決，探討電廠事件的肇因及採取防範再發生的作為；
3. 重要設備狀態的趨勢監測及建立有效的維護方案以防範設備發生故障；
4. 人員輻射劑量及累積劑量的管制；
5. 營運決策(ODM)、事件問題解決及 CAP 流程等，未完全建立電廠的標準與期待；
6. 電廠的 CAP 流程仍存在弱點。

本次預備會議共計 2 天舉行，會議期間分別就各項需求進行討論，並預擬電廠可準備提供的作法與方向，會議內容摘述如下：

一、標竿訪問的 TARAPUR 人員資料背景、溝通行程安排及食宿注意事項等：

本次印度 TARAPUR 電廠(TAPS)標竿訪問共有 3 位成員 S. M. MASKEY、S. K. CHAURASIA、A. K. KUNDU，相關工作經歷背景資料如下表一，Mr.Maskey 為本次標竿訪問之領隊(Team leader)，WANO-TC 將安排對資深經理李清河先生陪同隨行。本次標竿訪問的日期為 2018 年 3 月 5~9 日，有關住宿、食及至電廠交通的安排，後續由 WANO-TC 與電廠聯絡人協調安排之，WANO-TC 是否可支援翻譯人員，需再了解確認，雙方聯絡人 WANO-TC 由聯絡工程師林書億課長，核一廠請李榮達課長擔任。另特別提醒電廠需再確認印度素食的準備方式。

表一：TARAPUR 核電廠標竿訪問成員資料

姓名	職稱	工作經歷
S. M. MASKEY (Team Leader)	技術服務主管(TSS)	1. 訓練運轉主管； 2. 負責暫態後檢視及事件肇因分析； 3. 同業評估電廠聯絡人； 4. 2014 年至本公司核二廠進行同業評估。
S. K. CHAURASIA	資深維護工程師(SME)	1. 汽機、泵，閥、反應爐穴等之維護； 2. 審查維護計畫時程及程序書等； 3. 26 年工作經驗。

A. K. KUNDU	資深運轉工程師(SOE)	1. 值班工程師，負責緊急狀況之處理，如反應器急停事件； 2. 負責暫態後檢視及事件肇因分析； 3. 建立及執行電廠營運決策程序； 4. 協調放射性廢料管理系統之運轉活動。
-------------	--------------	---

二、團隊成員在執行安全相關偵測試驗、暫態時因應處理及暫態後檢討之作法：

將介紹核一廠將就偵測試驗的執行及管制作為、機組運轉中發生暫態、緊急事故或異常狀況時之各項處置措施進行交流。另可考慮安排至核一廠模擬操作中心參訪模擬器演練，向其介紹核一廠平時如何設定模擬器，如何訓練，還有相關作業的指引、程序書等，並介紹模擬器訓練的成效。

三、有關設備故障的問題解決，探討電廠事件的肇因及採取防範再發生的作為：

將介紹核一廠肇因分析程序，如：適用時機、運作方式、改正追縱及其有效性的審查等，建議可以用流程圖的方式進行介紹，並輔以實際的範例供參考。

四、重要設備狀態的趨勢監測及建立有效的維護方案以防範設備發生故障：

將介紹核一廠的維護策略方案，可從電廠設備可靠度的因果關聯流程圖進行說明，此外，電廠在 WANO 同業評估後所提出的精進設備可靠度的方案，如：設備可靠度提升(Equipment Reliability, ER)執行程序、系統健康度指標制度、強化系統討論會機制及電廠系統健康度委員會等機制。

五、人員輻射劑量及累積劑量的管制：

可介紹核一廠保健物理輻防管制的各項管制措施程序，如：進出管制程序、人員輻射劑量監測管制程序、輻射工作許可證作業、人員輻射曝露之合理抑減作業程序、放射性物質之管制程序、放射性物質外釋管制程序等，並可考慮安排至配章室參訪本公司「劑量管登系統」，並向其介紹本公司目前劑量管制做法，還有相關作業的指引、程序書等。

六、建立電廠的標準與期待，如在營運決策(ODM)、事件問題解決及 CAP 流程等方面如何建立相關標準：

建議可就核一廠目前營運決策(ODM)決及 CAP 流程的相關準則作介紹，另可準備目前

已建立的各項指標，如：安全績效指標、安全文化精進方案績效指標、GOSP 各功能領域績效指標、CAP 人因趨勢分析、設備故障重複發生之請修單數量等，追蹤檢討機制進行交流分享。

此外，可分享電廠管理階層透過主管作業觀察及請年輕員工於技術經理會議中報告及討論互動，將管理階層的期盼傳達至第一線員工之作為。

七、電廠的 CAP 執行方式，如重要事件的篩選、原因分析及改正行動的執行追蹤等：

核一廠可介紹改正行動計畫(CAP)作業流程、組織架構、機制及網路軟體介面，如：適用範圍、重要等級分類、改正行動之要求、訂定 CAP 健康指標、統計分析歸類研判趨勢、不良績效之共因檢討與改善等。

八、TARAPUR 核電廠(TARAPUR Atomic Power Station ,TAPS)之基本資料：

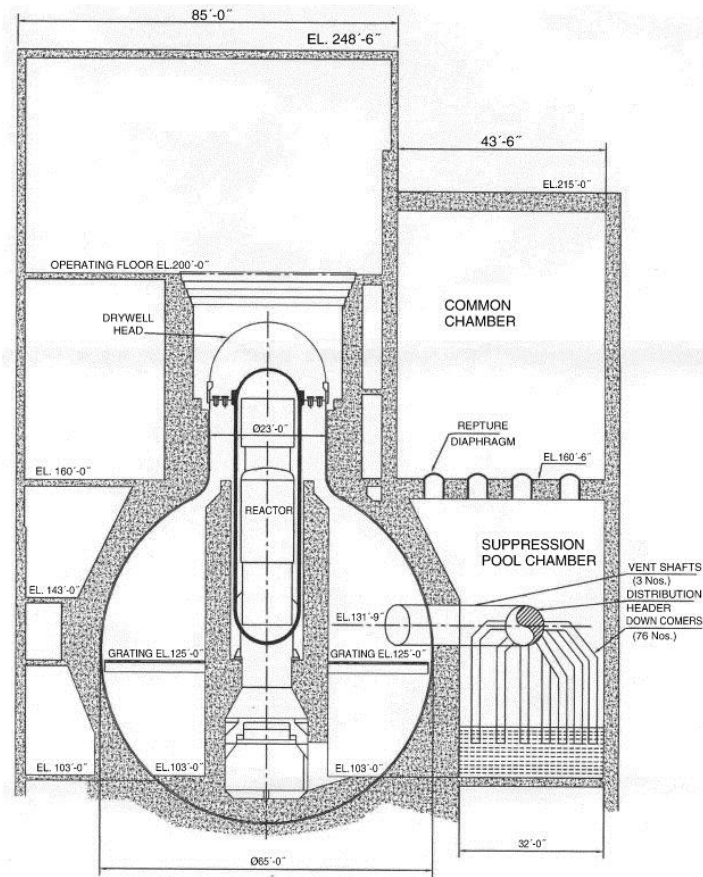
TAPS 核能電廠屬印度國家核能電力公司 (Nuclear Power Corporation of India Limited ,NPCIL)，位於印度西海岸區，在首都孟買北方約 100 公里，廠址共有 4 部核能機組。其中 TAPS 核電廠一/二號機為早期 GE 之 BWR-1 160MWe 核能機組，圍阻體型式為 pre-mark-1 (圖一)，於 1969 年 10 月開始商轉，此為印度境內唯一的 BWR 核能電廠也是運轉最久的機組，其設計資料如表二，主要廠房佈置如圖二。TAPS 核電廠三/四號機為兩部壓水式重水反應器(PHWR) 540MWe 核能機組，分別於 2006 年 8 月及 2005 年 9 月開始商業運轉，這是印度自行設計之大型 PHWR 機組。

表二 TAPS #1 & #2 機設計資料(Ref. 1)

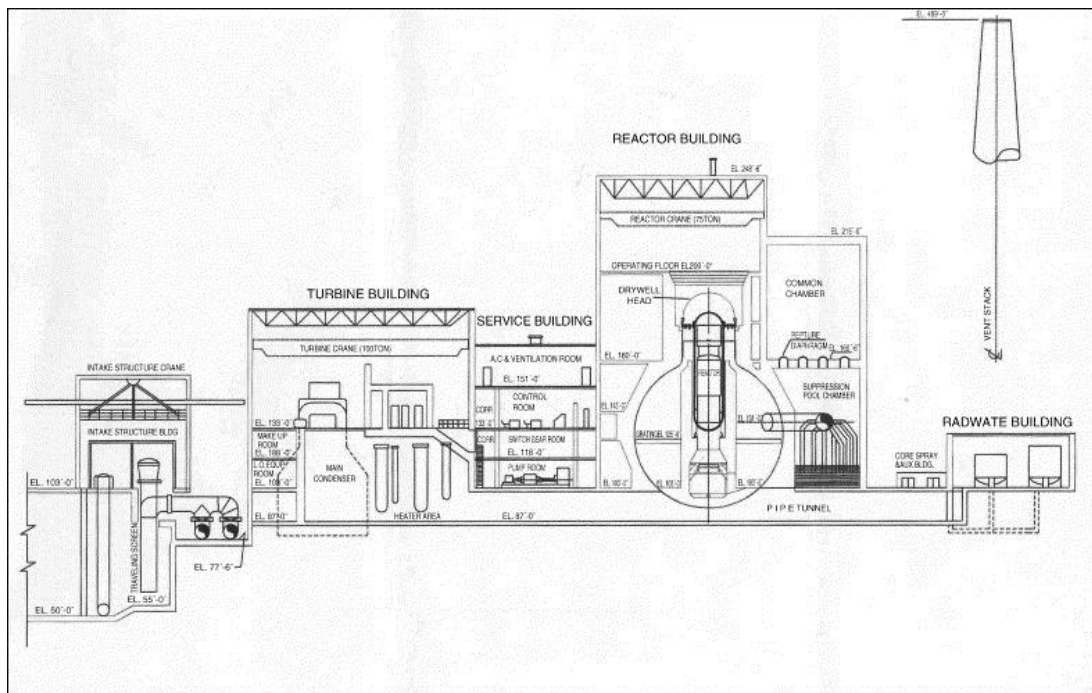
Thermal output	660 MWt (dual cycle)/210 MWe
Re-rated thermal output (operating on single cycle since 1984 after isolation of secondary steam generators)	530 MWt (single cycle)/160 MWe
Operating pressure	6.89×10^6 Pa (1000 psig)
Number of fuel assemblies	284
Fuel rod array	6 × 6
Number of movable control rods	69
Name plate rating(Turbine)	210,000 kW
Type(Turbine)	TC dual admission single flow

Ref.1-TARAPUR Atomic Power Station Units-1 and 2 Design features, operating experience and license renewal, S.C. Katiyar *, S.S. Bajaj, Sep 2005.(Science Direct)

圖一. pre-mark-I 圍阻體(Ref.1)



圖二. TARAPUR 核電廠 #1 & #2 機主要廠房剖面圖(Ref.1)



九、預備會議結論：

- (一) 確認行程日期及來訪人員：TARAPUR 電廠 3 位，3/5~3/9，請台電公司發邀請函 (LOI)。
- (二) 訪問期間之時程由 WANO-TC、TARAPUR 電廠及台電核一廠協調訂定，餐點安排需再確認。
- (三) 建議 WANO-TC 安排翻譯人員。
- (四) 核一廠針對各項議題，先行準備電廠作為英文簡報(架構性說明)。
- (五) 可安排模擬器暫態演練及推薦模擬訓練的成效。

圖三、預備會議開會情形(於 WANO-TC 會議室)。



肆、心得與建議

心得

- 一、在面對企業轉型成立核能發電事業部的大環境下，此一類型的標竿訪問無非是本公司成立核能服務中心的先鋒。本公司核電廠已建立了一套完整的核安文化制度，藉由此一機會，將核一廠這些年來的安全績效推展給國外核電廠，
- 二、期盼透過本次標竿訪問，與其互動、學習，就同一主題討論並激發出新的火花，這對核能從業人員來講，都是有正向助益的。
- 三、感謝 WANO TC 電廠代表(TPC Site Representative)肯定核一廠的績效表現，可以推薦給 TARAPUR 電廠做為 BV 的表率及協助本次預備會議的安排。

建議

- 一、建議此一類似的標竿訪問活動期間，可安排本公司核能部門年輕世代工程師一同參與學習。
- 二、目前印度電廠沒有模擬器，可藉由本次 BV 推薦核一模擬器的成效及傳達未來可提供給他們訓練用之訊息。



圖四、與會人員於 WANO-TC 會議室外 WANO MAP 看板前合影。