

出國報告（出國類別：洽公）

赴美國 TVA Bellefonte 核能電廠  
與 URS 公司  
洽談電廠封存規劃、作法與經驗

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：劉宗興 核能工程監  
康力仁 核能工程監  
陳培中 一般工程監  
劉宜峰 會計管理監

派赴國家：美國

出國期間：103 年 7 月 13 日至 103 年 7 月 20 日

報告日期：103 年 9 月 1 日

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：赴美國 TVA Bellefonte 核能電廠與 URS 公司洽談電廠封存規劃、作法與經驗

頁數 28 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

劉宗興/台灣電力公司/龍門核能發電廠/核能工程監/02-24903550 ext: 3020

康力仁/台灣電力公司/龍門核能發電廠/核能工程監/02-24903880 ext: 3630

陳培中/台灣電力公司/龍門施工處/一般工程監/02-24902401 ext: 2520

劉宜峰/台灣電力公司/會計處/會計管理監/02-23667267

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 年 7 月 13 日～103 年 7 月 20 日

出國地區：美國

報告日期：103 年 9 月 1 日

分類號/目：G3/電力工程；G6/機械工程

關鍵詞：封存、TVA、Watts Bar、Bellefonte、URS

內容摘要：

依據 103 年 4 月 28 日行政院江院長記者會宣佈，即日起「核四一號機不施工只安檢，安檢後封存，二號機全部停工」。核四廠「封存與停工」不是「停建核四」，希望替下一代保留選擇的空間。為作好封存工作，本公司需妥擬封存計畫，並於短時間完成封存組織人力架構及預算規劃。

美國田納西流域管理局（Tennessee Valley Authority, TVA）下轄的 Watts Bar 與 Bellefonte 核能電廠已有多年封存經驗，值得本公司參考學習，本公司派員赴美國與 TVA 代表洽談 Watts Bar 與 Bellefonte 核能電廠封存之規劃、作法與經驗，並觀摩 Bellefonte 電廠封存現況。

美國 URS 公司曾擔任 TVA 上述電廠建造與封存之規劃顧問，擁有豐富之規劃經驗，本次出國亦前往該公司拜訪，與該公司作電廠封存規劃之交流。

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

# 目 次

一、目的 .....	1
二、過程 .....	2
三、心得及建議.....	23

## 一、目的

依據 103/4/28 行政院江院長記者會宣佈，即日起「核四一號機不施工只安檢，安檢後封存，二號機全部停工」。核四廠「封存與停工」不是「停建核四」，希望替下一代保留選擇的空間。為作好封存工作，台電公司（以下稱本公司）需妥擬封存計畫，並於短時間完成封存組織人力架構及預算規劃。

本公司為使封存計畫執行內容更為務實，決定派員出國參訪業界之封存規劃、作法與經驗。經了解，美國田納西流域管理局（Tennessee Valley Authority, TVA）下轄的 Watts Bar 與 Bellefonte 核能電廠已有多年封存經驗，值得本公司參考學習，本公司派員赴美國與 TVA 代表洽談 Watts Bar 與 Bellefonte 核能電廠封存之規劃、作法與經驗，並觀摩 Bellefonte 電廠封存現況。

另美國 URS 公司曾擔任 TVA 上述電廠建造與封存之規劃顧問，擁有豐富之規劃經驗，故納入參訪行程，出國人員亦前往 URS 公司拜訪，與該公司有封存技術經驗的人員討論電廠封存規劃與經驗交流。

## 二、過程

### (一) 出國行程

本次赴美國洽公，任務期間從 103 年 7 月 13 日到 103 年 7 月 20 日止為期 8 天，前往機構名稱與出國行程表列如下：

起始日	迄止日	前往機構名稱	國家城市名稱	詳細工作內容
1030713	1030714			往程（台北→紐約→亞特蘭大→查塔努加）
1030715	1030716	Tennessee Valley Authority (TVA) Bellefonte 核能電廠	美國田納西州查塔努加	觀摩電廠封存現況，洽談 Watts Bar 與 Bellefonte 電廠封存之規劃、作法與經驗
1030717	1030718	URS 公司	美國紐約	行程（查塔努加→亞特蘭大→紐約）與交流電廠封存之規劃與作法
1030719	1030720			返程（紐約→台北）

本次洽公任務，於行程聯繫時，即設定數項研討主題，請 TVA 公司與 URS 公司先行準備相關資料，故此行能有深入與詳細之討論，收穫頗多。研討交流內容摘述於下列各節。

### (二) 田納西流域管理局（Tennessee Valley Authority, TVA）所屬發電廠簡介

在 1980 年代，TVA 共計畫建造 17 部核能機組，但後來因美國國內與田納西州電力需求減緩，建廠成本因通貨膨脹與三哩島（TMI）事故後核能法規趨嚴而增加等因素，當時只完成 5 部核能機組。

1985 年 TVA 決定取消 Phipps Bend、Yellow Creek 及 Hartsville 等三個廠址的建造計劃，並緩建 Watts Bar 核能電廠 2 號機及 Bellefonte 核能電廠 1 號機與 2 號機，這 3 部緩建的 PWR 機組功率分別為 1177、1213 及 1213 MWe，當年完成之進度分別約為 55%、88%及 50%左右。

TVA 於 2007 年考量未來電力需求持續成長，且核能機組屬低碳乾淨能源，符合環境政策要求，決定將封存了 22 年的 Watts Bar 電廠二號機啓封，規劃五年的完

成工期，計畫在 5 年內以 25 億美金預算，完成 1200 MWe 由西屋提供的 PWR 電廠，當完工時，距離首次開始建造將達 40 年。

至 2012 年 TVA 共有 11 座燃煤電廠、29 座水力電廠、6 部核能機組（3 座核電廠）、9 座天然氣電廠、5 座複循環天然氣電廠，TVA 是美國最大的公營電力公司，在 2012 年燃煤電力佔 32%，核能電力 34%，水力 9%。其中三座核能電廠 6 部運轉中的機組分別為 Browns Ferry（3 部機）、Sequoyah（2 部機）及 Watts Bar（1 部機）。

2014 年，TVA 為應付減碳及碳排放管制，宣布將關閉 8 座燃煤電廠，將燃煤比重由 38% 降低為 20%，天然氣發電則自 8% 增為 20%，其餘由核能發電來填補。

本次出國赴美國洽公，代表團查得 TVA 總部位於美國田納西州查塔努加（Chattanooga）市區，故特別住宿當地，並就近探訪 TVA 總部大樓。



### （三）Watts Bar 電廠現況簡介

Watts Bar 電廠共有兩部機組，一號機於 1996 年完工運轉，共花費 60 億美金，約 10 倍於 1973 年興建時預估的成本。Watts Bar 二號機於 1985 年停工時已完成 55%，當時美國核能管制協會（Nuclear Regulatory Commission, NRC）核准的建廠許可（Construction Permit, CP）有效期限為 2010 年。

TVA 於 2007 年選擇貝泰公司（Bechtel）負責封存了 22 年的 Watts Bar 電廠二號機啓封重新建造的所有設計／採購／建造（Engineering, Procurement and

Construction, EPC) 工作，合約金額\$10 億美金，計畫在 5 年內以 25 億美金預算，完成 1200 MWe 由西屋提供的 PWR 電廠。當完工時，距離首次開始建造將達 40 年。

當時在 Watts Bar 二號機中與貝泰公司競標的有蕭 (Shaw) 及石威 (Stone & Webster) 兩家公司。貝泰公司得標後，選擇 Washington Group International 及 Sergeant & Lundy 為其分包商。

Watts Bar 二號機原本預估 2012 年完工，花費 25 億美金，2013 年卻宣布延後至 2015 年 12 月才能完工商業運轉。

2014 年，TVA 以 1.6 億美金向西屋公司訂購 Watts Bar 二號機的蒸汽產生器 (Steam Generator, SG)，此為更抗腐蝕的 68 AXP-model，與提供至 Watts Bar 一號機的 SG 相同，也與 Sequoyah 一號機和二號機的 SG 類似。

本次原計畫參訪 Watts Bar 二號機，惟因該廠正值試運轉測試的高峰期，現場已無封存的實際設備可供觀摩，TVA 改安排於 Bellefonte 電廠接待我們，故行程首日，代表團員共同赴 Watts Bar 電廠廠址外了解其地理環境，及了解田納西河 Watts Bar Dam 堤壩對 Watts Bar 電廠於天災潰堤的 Flooding 威脅 (類同海嘯的 Flooding 威脅)，附圖為 Watts Bar 電廠外觀，其中冒煙者為正常運轉中的一號機。



(四) TVA 副總經理 Gary Mauldin 簡報「Watts Bar 2 Project Moving Forward Learning Continues」

本次參訪行程緊湊，且 TVA 正忙於 Watts Bar 二號機試運轉工作，故 TVA 選在 Bellefonte 電廠內與本公司代表團共同研討封存議題，TVA 副總經理 Gary Mauldin 百忙中更抽空前來，親自簡報 Watts Bar 二號機建廠計畫的現況與經驗分享，充分顯示 TVA 對本公司來訪的重視。

Mr. Mauldin 的報告題目為「計劃向前邁進，經驗持續學習」，內容簡述如下：

1. 造成 Watts Bar 二號機建廠時程延誤及成本增加的原因：當時規劃 2007 年~2012 年五年的完工期程將延遲到 2015 年，原因可歸類為領導能力、估價能力、執行能力、監督能力的執行效能。TVA 目前已根據詳細的分析與學到的教訓重新估價及排定時程。
2. 啓封重新建造後，到今天 Watts Bar 二號機已達成安全、品質、成本、時程等多項目標：成本控制在 40 億到 42 億美金之間，預計於 2015 年 9 月到 2016 年 6 月間，能達成商轉。
3. 今日的 Watts Bar 二號機，已完成將近 90%的工程，正進行系統沖洗作業及系統／組件測試，並已完成反應爐開蓋測試。對福島事件的因應措施目前為引領業界，已完成相關設計修訂，已興建新式可應變的設備儲存廠房及新型貯水箱，支援設備也已運抵現場。
4. 經驗學習－邁向成功的計劃：在計畫開始階段，即建立一套明確可執行的策略，確認方向目標的一致性，計劃須能涵蓋建造、系統移交、測試、運轉準備、起動測試等各階段工作，能反映部門間的連結合作、責任及工作界面。
5. 經驗學習－邁向成功的組織：把對的人放在對的工作上，即知人善任；建立用人策略，雇用對大型建造計畫有高度經驗的核心領導團隊。
6. 經驗學習－邁向成功的作法：找出必須要如期達成的工項，並堅守時程是關鍵因素。當計畫進行時，需要整合與調整所有相關因子。



7. 經驗學習－福島事件：建立 FLEX 設備貯存廠房，相關程序書及訓練必須及早開始，正確運用對應策略及設備，將能在福島事件情節中創造更多的餘裕，因應福島事件而備置的設備，其設計、整合及運用是十分複雜，且需要大量人力的。
8. 經驗學習－系統測試：對於在測試要徑上的安全相關系統，儘可能及早測試，在開始進行試運轉測試前，要確認各系統已達到全部完工且文件齊備的程度，在計畫時程中預留現場工作完成後及功能測試開始前的交接時間。
9. 經驗學習－風險管理：採用一套風險管控及規範導則，對於中度及高度的計劃風險，發展減緩風險計劃（即風險管理），持續性的評定風險曝露及風險管理的有效性。
10. 經驗學習－工作環境：確認安全是超越所有事項的最高原則，詢問、聆聽，並重視員工意見，移除邁向成功之路的障礙，採取迅速且有效的行動以解決爭議事件，運用各種方法，定期傳達計劃相關訊息，並定期強化各種標準。
11. 結論：須有一整套成熟的策略、計劃、與組織，以達成建廠目標；使用正確的指標，用以督導且激發成效；心存預期且隨時準備好接受挑戰；進行真誠、持續且有效的溝通；對工作同仁堅守承諾。

經參訪團員與 TVA 副總經理 Gary Mauldin 討論及交換心得，本公司龍門計畫在工期的掌控部分，確實可依 TVA 給予的經驗來檢討，可應用於日後本公司龍門計畫重新啓封工作。

會後 TVA 副總經理 Gary Mauldin（下圖右五）率 Bellefonte 電廠管理團隊與本公司代表團合照留念。



(五) Bellefonte 電廠封存歷程簡介，簡報說明由該廠廠長 Jim Chardos (上圖右四) 主持

Bellefonte 電廠自 1974 年開始建造，1988 年因電力需求成長趨緩而緩建號機，當時已投入 17 億美金，一／二號機建造進度分別約為 90%與 80%，兩部機自此進入封存狀態。

期間 TVA 嘗試重啓建造失敗，2004 年 TVA 重新評估該址，若另建新核能電廠，採用 2 部 GE 的 BWR 機組，1400 MWe，工期約 40 個月內完成，則每部機組將花費 \$22 億美金。遂於 2005 年決定終止 Bellefonte 建造計畫，以致建廠許可 (CP) 失效，機組設備不再維持封存，轉而將設備拆除轉售他廠。

2009 年 TVA 決定重啓建造程序，並重新取得 CP。2011 年重新評估，工程進度退回 55%。Bellefonte 一號機是 Babcock & Wilcox 的 PWR 廠，其主體結構設施大致完好，但必須將設備升級、更新、更換後，才可繼續建造。

2011 年 TVA 選擇 AREVA 為主要合約團隊，來完成 Bellefonte 一號機核能系統的工程、建造與組件更換工作。AREVA 將提供全新的反應爐數位儀控系統、完全現代化的控制室，及模擬訓練中心。AREVA 的 TELEPERM XS 是美國核電廠唯一取得執照並運轉的數位儀控系統。

TVA 與 AREVA 的合約金額約為 49 億美金，2011 年 8 月 TVA 同意完成 Bellefonte 一號機，預計 2018~2020 年間商轉，發電量為 1260 MWe。

Bellefonte 一號機的建造工作，必須等到 Watts Bar 二號機爐心填放燃料後才會開始。Bellefonte 二號機的工期，也必須等到 Bellefonte 一號機建造進度超過 50% 才會決定。

#### (六) Bellefonte 電廠的封存與緩建 (Lay up and Deferral)

##### 1. 建立封存方案初期的基本流程：

- (1)通知管制機關，電廠即將透過其核准的轉換流程，從工程進行中的建廠狀態進入緩建狀態，提送轉換計劃可加速管制機關審查。
- (2)建立計劃與程序書，以符合管制機構的要求（以 NRC Generic Letter 87-15 緩建電廠政策聲明來管控轉換流程）。
- (3)在轉換過程中運用 QA 計畫。
- (4)修改預防保養（PM）方案，以符合要求。
- (5)當計畫成熟且數據也都蒐集完成，建立趨勢分析方案以變更頻率及減少作業人力。
- (6)發展一套濕度和排水確認方案，來保護管線並確保計劃更有效率。
- (7)保存設計基準與施工數據庫，以利未來順利轉換回施工建廠的狀態。

##### 2. Bellefonte 電廠的封存與緩建回顧：

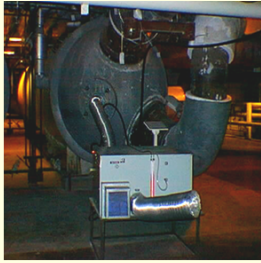
- (1)緩建並轉換到運轉維護模式，需要一個周全的轉移計劃；Bellefonte 電廠的計畫是基於兩種假設：一、設計與建造的作業會立刻停止；二、維護所有的設備、設施與場所，以保障資產和維持緩建核能機組之建照，直到將來啓封重建。
- (2)執行封存轉換計畫所需的人力與時間，大部分用在發展／執行必要的程序書、指引，以及建立一套工程構型管理基準。維持最低估計資源，來實施和支持這

些目標，在封存初期的人力需求較大，當必要的程序書、指引等完成時會降低。Bellefonte 電廠在 1988 年宣布緩建時有 1005 人，1989 年電廠進入封存狀態後剩 214 人。Bellefonte 電廠的封存花了兩年時間才建立完成，動用 18 位專業工程師作業一年，才完成封存程序書。


3. 封存與緩建方案的發展進程：先期基礎工作為建立程序書或 PM 以論述系統應如何封存，並依照系統別建立封存程序書，包括建立吹乾作業的管閥隔離清單。
4. 機械設備的封存：管路系統乾式封存後須進行濕度驗證與監看。管路系統之乾式封存可使用乾燥空氣或額外安裝除濕裝置，封存作業也包括閥的移除與盲板安裝等工作。不鏽鋼管路的封存與碳鋼管路的封存方式不應相同。對濕式封存的系統，建立排水閥門清單，以驗證乾濕介面的洩漏狀況。建立腐蝕監測站，來監測水系統管路的腐蝕程度。
5. 儀電設備的封存：配電系統保持通電，並須維持照明和封存條件，配電設備是高可靠度、低維護需求，因此轉換到臨時電源並不經濟。配電系統為封存和緩建各階段所需的基礎設施。組件或設備的維護依成本考量，來決定是採更換備品或維持現狀，例如，Bellefonte 電廠僅對馬力 50HP 以上的馬達進行維護保養。儀控盤保持通電，以保存組件。
6. 長期封存與維護方案：目標是利用預防保養（PM）作業來長期維持電廠運轉系統和相關封存設備，以保護資產，保持執照與 ASME 證書的有效性，維持所有環境要求和許可。系統工程師利用現場履勘，以檢視廠房結構現況，並自我審視 PM 方案的有效性。維持電廠構型管理，一旦封存或基礎設施修改，持續更新相關資料。依 Generic Letter 87-15 及田納西流域管理局的品保計畫標準，持續接受管制單位的稽查。依照 Appendix B and Generic Letter 87-15 的要求，維持各項紀錄的管理。封存要求的設計文件管控須持續維持。
7. 封存期間的採購業務：
  - (1) 運轉中設備的備品採購：所有備品皆採購非核能級零組件，但僅視為臨時安裝並予以記錄，列為追蹤事項。

- (2)用於基礎設施或是支援封存的組件故障時：評估修理或更換的成本效益，如果屬品保方案所要求之更換項目，則將其自 PM 方案中移至矯正行動方案中，並加以記錄。
- (3)零件和未安裝設備的保存：封存期間未安裝零件或組件的儲存，須符合品保方案的標準，或列入矯正行動方案中，以防止零件安裝於核能設施中，除非經過工程評估。
8. 廠區防火設施：維持永久消防系統在封存計畫中持續可用，並持續實施 PM。火災偵測和保護機制保持開啓，封存計畫須說明廠區防火保護配置。
9. 結論：通知管制機關，電廠將依照其核准的轉換流程，從工程進行中的狀態進入緩建封存狀態。Bellefonte 電廠動用 18 位專業工程師作業一年，才完成封存程序書，而實際封存作業花了兩年時間才建立完成。
10. 下圖為 Bellefonte 電廠設備封存方式範例：乾式保存（Dry Air, Dehumidifier）、濕式保存（Chemical Treatment）、輻射管制物保存（Radiological Control）。


## Examples of Layup




Dehumidifier




Dehumidifier Turbine



Radiological



Plant air path



Raw water chemical treatment

14

## （七）Bellefonte 電廠一號機現場參觀

Bellefonte 電廠派 2 名員工擔任解說員，帶領代表團員們參觀汽機廠房、反應器廠房與控制室，沿途我們看到在 Bellefonte 建廠計劃終止的 4 年內，已拆除轉供友廠使用的飼水加熱器與冷凝水加壓泵等設備，都只剩下底座，有些管路也已切下運走，只剩吊架；主汽機外缸、軸承蓋與蒸汽管等拆開後已不回裝，主發電機及主汽機內缸與轉子原以乾燥空氣循環保存，現在則以自然通風保存。

Bellefonte 電廠歷經封存、計劃終止、申請重建等過程，目前再度回復封存狀態，反應器廠房的重要設備目前使用外接除濕機（Dehumidifier）進行乾式保存，控制溼度。現場各類電氣設備操作盤在封存期間保持送電狀態。

Bellefonte 電廠控制室目前僅保持 2 名日班值班員，雇用退休運轉人員擔任，其餘時段則直接由保全人員巡廠時兼顧。控制室因設備老舊，需全面重新設計並更新，故盤面儀控系統皆不送電封存，控制室唯一仍保持監控的僅剩消防監視盤。

在成本與經濟效益考量下，對於不重要的小型設備與管閥、老舊待升級或更新設備與拆除轉供友廠使用的不完整設備，Bellefonte 電廠不做任何封存處理。以下為 Bellefonte 電廠現場實況照片，供各位讀者參閱。



參觀 Bellefonte 電廠，現場解說情形



參觀 Bellefonte 電廠，現場解說情形



原址之飼水加熱器已拆除轉供友廠使用

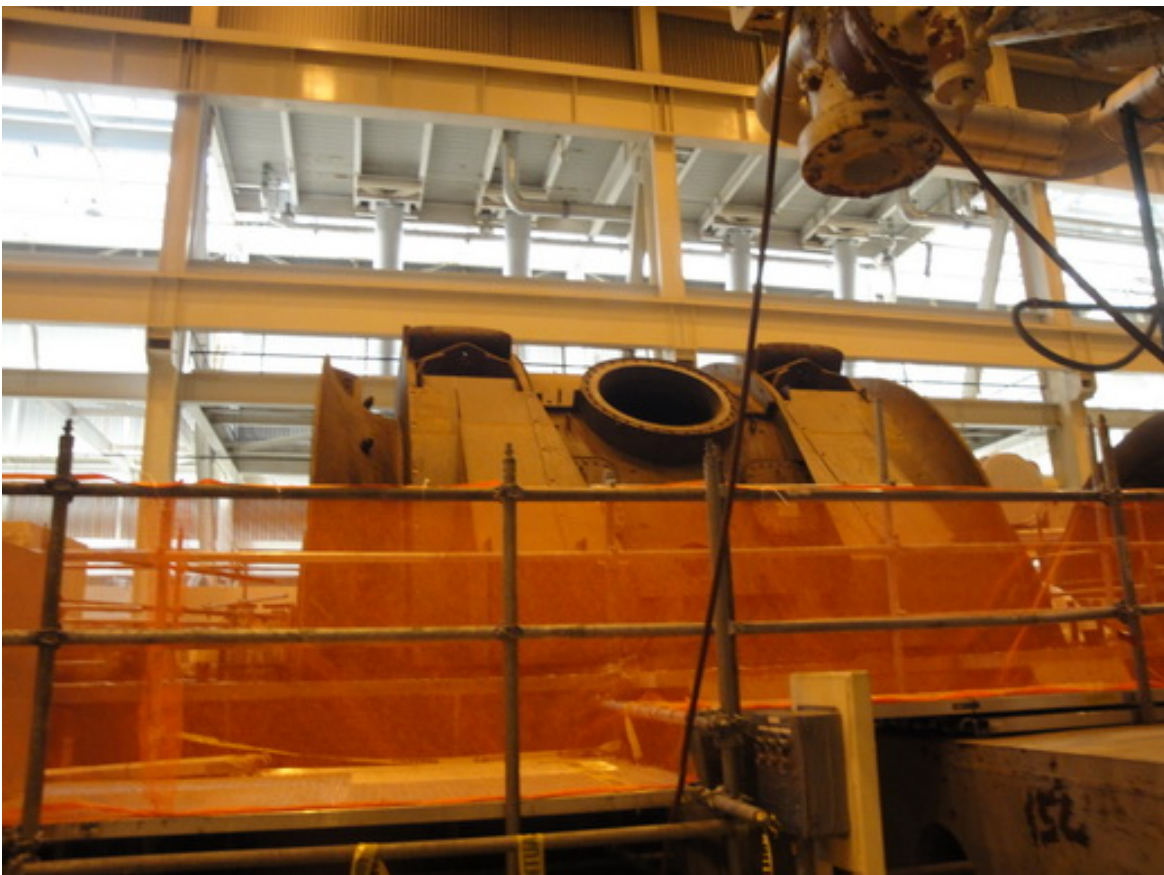


原址之 Condensate Booster Pump (CBP) 已拆除轉供友廠使用





汽機軸承蓋拆開後已不回裝



主汽機及主發電機原以乾燥空氣循環保存，現改為自然通風保存



低壓汽機蒸汽管段拆下後不再回裝



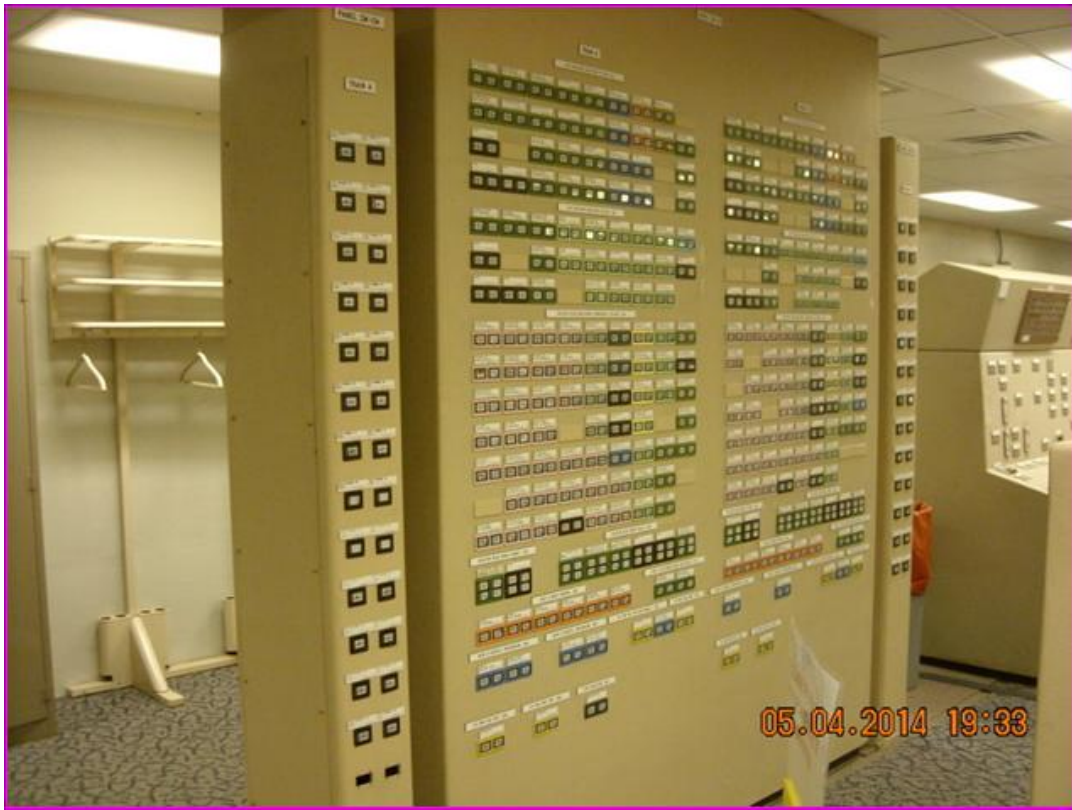
MSR 原來外接乾燥空氣進行封存，現已拆除



反應器廠房相關設備使用外接除濕機 (Dehumidifier) 乾式保存



現場設備乾式保存使用的除濕機 (Dehumidifier)



控制室電氣設備操作盤保持送電



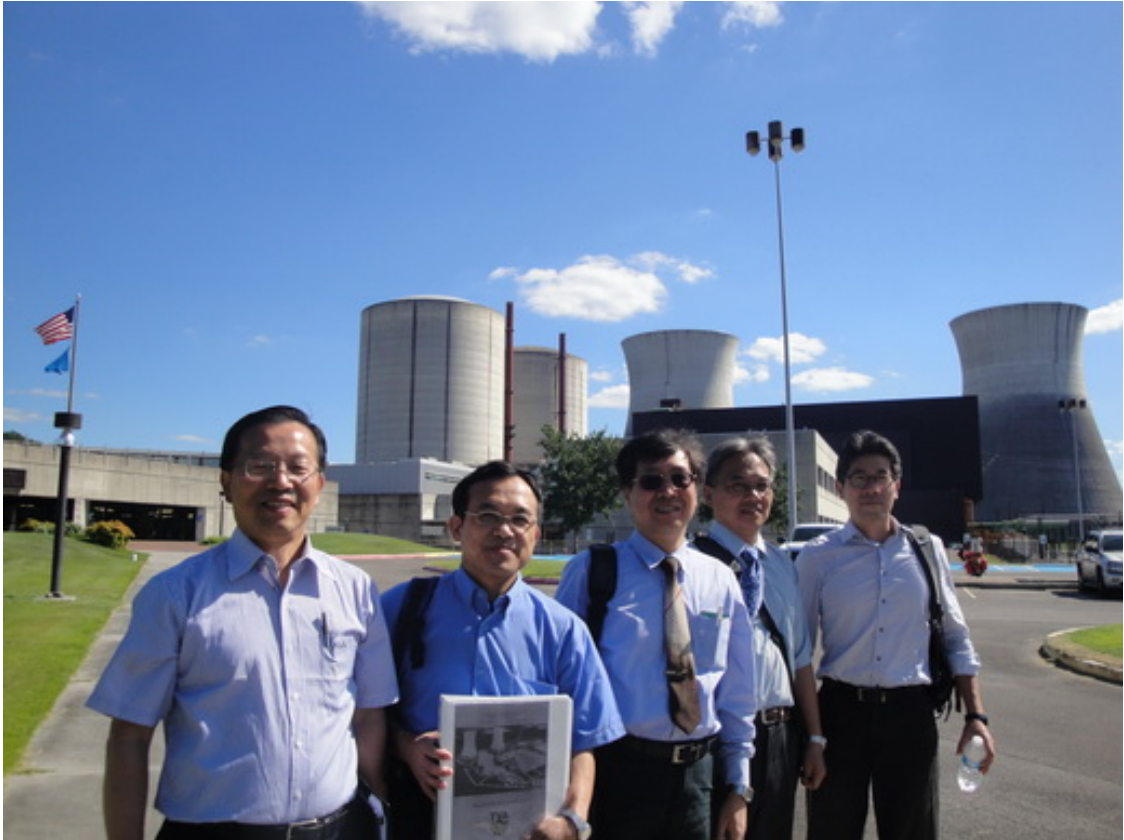
控制室唯一仍保持監控的僅剩消防監視盤



控制室目前僅 2 名日班值班員，雇用退休運轉人員擔任



啓封重新建造後的新模擬控制室規劃



參訪結束，帶著豐富的資料與收穫，在美麗的 Bellefonte 廠區合影留念

#### (七) 討論美國電廠封存之規劃與作法

103 年 7 月 17 日~7 月 18 日，代表團轉機赴 URS 公司討論與交流電廠封存之規劃與作法，URS 公司由副總經理 John DeBruin（下圖左五）親自接待及主持討論會，由 Mr. Herbert Worchel 簡報。



1. 方案目的：長期保存方案（Long Term Preservation Program, LTPP）的目的在於以最經濟的方式，在緩建期間保存、保護及維護電廠設備、系統、結構和組件。並且是以機組啓封為考慮方向。在某些情況下，執行 LTPP 是為變賣資產，如 WPPSS（Washington Public Power Supply System）五號機即是如此。
2. 方案基礎：
  - (1)美國 NRC 發行的 GL 87-15，其中包含 NRC 對緩建電廠的管制政策宣言（Commission Policy Statement on Deferred Plants）。
  - (2)初期安全分析報告（PSAR）／最終安全分析報告（FSAR），可行的執照承諾及建造許可（CP）。
  - (3)品質保證方案（QAP）。
3. 初始行動：通知美國 NRC 緩建的計畫，準備執行 LTPP 的 QAP，建立維護設計基準文件的方案，集合並組織 LTPP 的開發團隊，執行存貨盤點，審查設計規範、環境驗證報告和廠家手冊，以建立長期保存之規範，發展第一級 LTPP 計畫（提報 NRC）與次級執行版的計畫與程序書，為每個系統、結構與組件準備個別的維護、檢查及監測計畫。
4. URS 的核能品質計畫：
  - (1)核能品質系統手冊：接受 NUPIC 稽核，品保計畫包含維修與起動作業。
  - (2)ASME 核能品質保證手冊：接受 ASME 稽核，並於 2013 年 12 月 24 日取得 N Stamp。
5. 品質保證方案之提送：包含計畫活動的說明，組織責任，應用於驗證建造狀態、設備／材料之維護與保存的管控程序。品質記錄須保留與保護。品保方案包含之項目乃依據 EPRI NP-5106 R1 提供的指引。
6. 緩建期間的品保方案：須對所有核能安全相關作業進行合理的測試與管制，包括設計更改管控；PM 的執行方式與頻率須隨時配合廠家操作手冊保養方式更新的通知而修訂。

7. 封存期間 PM 作業的管制：管制須涵蓋已安裝設備與倉儲組件；對於主動組件如機械迴轉設備，須實施潤滑與定期運轉，如電氣設備，須予以加熱與定期運轉；對於被動組件，可將所有開口密封或加蓋保存，組件內部施以保護劑、乾燥劑或充填惰性氣體；對於倉儲壽命到期項目，可選擇移除或更換新品。

(八) 討論美國電廠封存的法規程序與品保要求 (Regulatory Process for Deferring Nuclear Plant Construction) – 由 URS 公司 Michael Gilman and Thomas G. Mudge 簡報說明

URS 品保部門簡報的「美國核能電廠緩建之管制程序」，內容包含許多具體的做法，相當值得參考，簡報大綱如下：

1. 美國核管會的管制程序：在 NRC 發行的 GL 87-15，NRC 「對緩建電廠的管制政策宣言」中有明確定義。
2. 電廠進入封存狀態之宣告與竣工日期展延之相關規定。
3. 品保方案提送後，須經過 NRC 審查與核准，並須定期接受 NRC 的稽查。
4. 封存維護方案申請範圍縮減之審查規定。
5. 封存期間仍然有效的管制要求與法規。
6. 管制機關稽查之重點。
7. 啓封前須準備事項。

(九) 討論與交流 (Q&As)：封存期間核能保險與保安相關問題研討

1. 封存期間是否有投保？投保項目有哪些？

Bellefonte 電廠答覆：封存期間有投保，但僅為一般商業險，投保項目由電廠自行認定，Bellefonte 電廠僅挑選主要項目 (Major Items) 投保。

2. Watts Bar 電廠二號機封存期間是否存放新燃料於廠內？若有的話，請問於封存期間是否投保核子責任險？

Bellefonte 電廠答覆：Bellefonte 電廠封存期間已將新燃料賣回給 AREVA 公司。而



Watts Bar 電廠二號機則將新燃料移給一號機使用，故封存期間都沒有把新燃料放在廠內。

3. 封存期間的保安是否有特別需求？

Bellefonte 電廠答覆：無特殊要求，僅由一般保全人員巡視。

4. 目前龍門電廠#1、#2 號機新燃料已放置於廠房內，封存後的保安措施及作法，Watts Bar 電廠的經驗為何？

URS 公司答覆：若燃料放在廠內，保安層級自然應該提高。業主可考慮將燃料運至其他營運中電廠存放。然而，安全有關設備依然需要保安措施。

(十) 封存期間帳務與會計相關問題研討

1. 封存費用是否逐年編列或一次認列？

Bellefonte 電廠答覆：因無法預估封存期間多久，所以均採逐年編列之方式。

2. 封存期間是否有辦理資產減損評估？

URS 公司答覆：資產減損評估視各州政府會計法令規定，並無法一體適用。

### 三、心得及建議

(一) 本次出國洽公前，先進行資料收集，於行程聯繫時，即設定數項研討主題：

1. Watts Bar 電廠二號機封存與啓封經驗分享；
2. Bellefonte 電廠一／二號機封存與停建歷程經驗分享；
3. 核能電廠封存計畫制定之依據及應包含內容之研討；
4. 美國核能電廠向 NRC 申請封存與啓封之經驗分享；
5. 封存期間品保方案應包含內容之研討；
6. 封存期間核能保險相關問題研討；
7. 封存期間帳務與會計相關問題研討。

上列題目皆已請 TVA 及 URS 公司先行準備，故在代表團赴廠家洽公期間，與各領域主管進行研討時，皆有深入與詳細之討論，收穫頗多。

(二) 本次參訪行程緊湊，且本公司排定之參訪日期正值 Watts Bar 二號機試運轉工作緊鑼密鼓進行期間，TVA 無法依本公司原訂計畫，安排代表團在 Watts Bar 電廠內進行研討，與參觀 Watts Bar 電廠，但 TVA 另安排在目前處於封存狀態的 Bellefonte 電廠內與本公司代表團共同研討封存議題，實則更符合本次洽公之主要目的。TVA 副總經理百忙中更抽空前來，親自簡報 Watts Bar 二號機建廠計畫的現況與經驗分享，充分顯示 TVA 對本公司來訪的重視，是一次相當友善的安排。會後 TVA 特別安排參觀 Bellefonte 電廠一號機的封存現況，目前該電廠正積極籌備啓封重建工作，本次洽公已與 TVA 及 Bellefonte 電廠建立聯絡管道，未來龍門電廠啓封之日確定時，建議可視需要再派員赴 Watts Bar 電廠汲取啓封經驗。

(三) 參觀 Bellefonte 電廠一號機封存現況時，電廠人員陪同解說該電廠的封存歷程，真可謂一波三折。該電廠自 1988 年正式封存開始，電廠員工即兢兢業業恪守崗位，努力維持封存中設備在良好狀態，值班人員更是每天 24 小時分三值輪流看顧設備，如此日復一日堅持了將近 20 年。孰料因現實環境等因素，該電廠在 2005 年仍

然宣告停建，雖然 TVA 於 2009 年決定該電廠重回封存狀態，並準備重建，但停建 4 年來，人力幾乎全數撤離，許多設備已被拆除供友廠使用，留在現場的設備也可看出銹跡斑斑，未來重建之路恐需耗費龐大金額。龍門電廠目前規劃封存 3 年，而 Bellefonte 電廠殷鑒不遠，故建議本公司向經濟部與行政院反應，龍門電廠應參照 TVA 投入經費啓封 Watts Bar 二號機的過程，考量全國未來電力需求會持續成長，且龍門電廠的核能機組屬低碳及乾淨能源，符合政府環境政策要求，應於 3 年內儘速作出啓封決定，且不應拖延太久，否則未來需投入的金額，將隨封存時間與日俱增。

- (四) 討論封存期間是否有投保，及投保項目有哪些之問題時，Bellefonte 電廠人員答覆封存期間有投保，但僅為一般商業險，投保項目由電廠自行認定，Bellefonte 電廠僅挑選主要項目 (Major Items) 投保。此種投保方式可降低投保金額，本公司在現階段封存經費緊縮的情形下，建議比照 Bellefonte 電廠作法，與國內保險公司協商，如果可行，將可大幅節省公司的保險費用開銷。
- (五) 目前龍門電廠一／二號機新燃料皆已放置於一號機廠房內，而 Bellefonte 電廠封存期間已將新燃料賣回給 AREVA 公司，Watts Bar 電廠二號機則將新燃料移給一號機使用，故封存期間都沒有把新燃料放在廠內，與龍門電廠一號機現況有很大的不同。URS 公司認為若燃料放在廠內，保安層級自然應該提高，建議業主可考慮將燃料運至其他營運中電廠存放。但據了解，運送燃料所用的防護箱須從美國進口，且租金非常高昂，加上國內目前反核聲浪高漲，即使將燃料妥善裝箱，申請運送路線恐將困難重重，故依國內現實環境考量，只能將燃料放在廠內。故建議本公司維持龍門電廠一／二號機新燃料目前保安及保存狀況，不需另外處理。
- (六) 當討論到從申請封存到重新建造所遭遇到最困難 (或最不容易評估) 的問題時，Bellefonte 電廠認為最大的困難是封存多年後，有經驗人員難再找回。URS 則列舉數項：說服 NRC 電廠啓封時狀態的可接受程度，電廠封存計畫紀錄保存的完整性，大規模的現場勘查耗時費力，將被認定是緩建期間所作的變更清查後提交給 NRC。以上皆是非常寶貴的經驗談，龍門電廠目前正在規劃封存維護方案，應該汲取這些經驗，方能在未來順利啓封重建。
- (七) 此次參訪美國 TVA Bellefonte 核能電廠，獲得許多電廠封存之寶貴經驗，可謂收獲

頗豐。綜觀 TVA 電力公司所屬核能電廠之封存概念及封存方式，與本公司龍門電廠目前之封存規劃相較差異不大，惟其許多現場封存實務經驗可供本公司參考引用及借鏡。