

出國報告（出國類別：會議）

參加 2013 年台美 AEC/NRC 雙邊 核安管制技術交流會議

服務機關：行政院原子能委員會

姓名職稱：張欣副處長、黃俊源主任、李綺思科長

派赴國家：美國

出國期間：102 年 7 月 8 日至 102 年 7 月 15 日

報告日期：102 年 9 月 10 日

摘 要

2013 年原子能委員會（AEC）與美國核能管制委員會（NRC）雙邊核安管制技術交流會議於 7 月 10~12 日假美國華盛頓特區 NRC 總部舉行，台美雙方針對一年來之核能安全管制作為進行廣泛交流，包括：台美雙方近一年重要管制活動、壓水式反應器再循環集水池濾網改善、因應日本福島強化措施、壓力測試及同儕審查、龍門電廠興建、功率提昇管制、緊急應變管制及法規修訂等議題，藉由管制資訊之充分交換與溝通，有效提升我國核能安全管制之廣度與深度。

除參加技術交流會議交換管制經驗及資訊外，亦參訪 NRC 正建置中之運轉監管中心(Operation Center)(原有運轉監管中心目前運作中)，並在 NRC 委員 William Magwood 陪同下，參訪美國維吉尼亞州 Surry 核能電廠有關緊急應變設施、因應日本福島核災及超越設計基準事故之措施、設備等，藉由了解美方對各項緊急應變動員、設施建置的經驗，對我國在因應核子事故緊急應變時之作業多所助益。

目 錄

摘 要.....	I
目 錄.....	II
壹、目 的.....	1
貳、行 程.....	2
參、過程紀要.....	3
肆、心得與建議.....	14
附 件：	
附件一：2013 年台美 AEC/NRC 雙邊核安管制技術交流會議議程表	16
附件二：參訪 Surry 核能電廠行程.....	18
附 圖：	
圖一：2013 年台美 AEC/NRC 雙邊核安管制技術交流會議	19
圖二：參訪美國核管會新運轉監管中心.....	19
圖三：參訪 Surry 核能電廠近廠指揮中心.....	20
圖四：參訪 Surry 核能電廠技術支援中心.....	20
圖五：參觀福島後新增之設備，包括大山貓及移動式柴油發電機.....	21
圖六：可攜式泵噴水測試.....	21
圖七：Surry 核能電廠周圍緊急應變用之大型警報器	22

壹、目的

- 一、參加 2013 年台美 AEC/NRC 雙邊核安管制技術交流會議：台美雙方藉由每年異地舉辦之核安管制技術交流會議，分享、討論雙方過去一年之重要核安管制議題，並檢討一年來雙方合作計畫執行狀況，商討未來一年雙方規劃合作之重點，強化台美雙方核安管制資訊溝通平台，提升我國核能安全管制之廣度與深度。
- 二、瞭解美方核子事故緊急應變之作業：參訪 NRC 正建置中之運轉監管中心 (Operation Center) (原有運轉監管中心目前運作中)，了解其平日作業、應變人員動員、設施建置理念與執行現況；另參訪美國維吉尼亞州 Surry 核能電廠有關緊急應變設施、因應日本福島核災及超越設計基準事故之措施、設備等，藉由實際參訪核能電廠，了解美國核能電廠針對各項緊急應變之動員、設施建置的經驗，強化我國未來因應核子事故緊急應變時之動能。

貳、行程

此次赴美國參加 2013 年台美 AEC/NRC 雙邊核安管制技術交流會議，我國代表團包括原能會三名（核管處張欣副處長、核技處黃俊源主任、核管處李綺思科長），核研所一名（胡相宸博士），台灣電力公司一名（黃平輝博士），另外，原能會駐華盛頓特區趙衛武副組長亦全程陪同參與。此行先於 102 年 7 月 8 日搭機赴美（紐約），7 月 9 日再轉機至華盛頓特區，成員並就該會議再進行最後溝通及簡報資料之準備，7 月 10、11 日抵達美國核能管制委員會總部並與美方代表進行核安管制技術交流（議程表如附件一），而後於 7 月 12 日在美國核管會委員 Magwood 陪同下，前往 Surry 核能電廠參訪（行程表如附件二），最後則於 7 月 13 日搭機返台。行程簡列如下：

日期	工作內容
7 月 8 日	搭機赴美（去程）
7 月 9 日	搭機赴美（去程）、台美雙邊技術會議會前會
7 月 10~12 日	2013 年台美 AEC/NRC 雙邊核安管制技術交流會議、參訪 Surry 核能電廠
7 月 13~15 日	搭機返回台北（回程）

參、 過程紀要

一、 2013 年原子能委員會與美國核能管制委員會雙邊核安管制技術交流會議：

2013 年原子能委員會（AEC）與美國核能管制委員會（NRC）雙邊核安管制技術交流會議於 7 月 10~12 日假美國華盛頓特區 NRC 總部舉行，台美雙方針對一年來之核能安全管制作為進行廣泛交流，美方人員簡報：「NRC Recent Regulatory Activities」、「GSI-191 Update」、「Status of Implementing the Near-Term Task Force Recommendations」、「Emergency Preparedness Consideration for restart-up of the reactor after shut down caused by natural disasters」、「EP Rules Implementation and Milestones」、我方人員則簡報「AEC Recent Regulatory Activities」、「PWR Sump Issues Update in Maanshan Plant」、「Post-Fukushima Safety Enhancement Measures at Taiwan NPPs」、「Peer Review Results of Taiwan's Stress Test National Report」、「Lungmen Plant Follow-ups」、「Power Uprate SER at Chinshan Plant」，雙方針對上述議題充分交換管制經驗及資訊。

我方近期重要管制議題包括：中幅度功率提昇（SPU）、核能電廠暫態熱水流分析方法論、核三廠 GSI-191 濾網改善議題、耐震再評估、核二螺栓議題、龍門電廠興建現況、因應福島安全再評估、壓力測試及同儕審查等。美方近期之重要管制議題說明，則包括執照審查作業統計、非發電用反應器、新型反應器執照申請及 2013 年辦理之管制資訊會議（Regulatory Information Conference, RIC）等，在執照審查部分，目前美國境內在 62 座核能電廠內共有 100 個運轉機組（65 個屬壓水式反應器、35 個屬沸水式反應器），另已經核准 44 個廠址之 73 個機組延役（運轉時限由原 40 年延長到 60 年）申請。在運轉反應器的功率提昇申請案方面，根據 NRC 在 2012 年 12 月對所有持照者的調查，至 2017 年度結束之前有意提出的功率提昇申請案只有 2 個「MUR 功率提昇」與 1 個「SPU」，沒有「大幅度功率提昇」（EPU）；上次調查（2012 年 6 月）迄今有很多規劃中的功率提昇案由於商業考量被取消，

包括 5 個「EPU」與 5 個「MUR 功率提昇」。美國現興建中之 Watts Bar Unit 2 執照基準係與 Watts Bar Unit 1 相同，其工程進度仍不斷展延，TVA (Watts Bar 業主) 將俟其興建完成 (loading of fuel) 後再重起 Bellefonte 核能電廠興建 (其於 1974 年獲得建廠執照後因故暫停)；針對核能電廠消防議題，NRC 刻正執行 10CFR50.48 (C) -NFPA 805 (核能電廠可以選擇是否以風險告知之方式建置消防系統) 之審查工作，目前已有 2 個廠 (Shearon Harris 與 Oconee) 完成審查作業，我國則尚未核准採行 NFPA 805。NRC 針對用過燃料池近期出現的重要議題則正積極建構相關法規要求、指引等，而針對新型反應器之執照申請，設計認證 (Design Certification) 部分有 ESBWR、U.S.EPR、US-APWR、ABWR 更新 (renewal) 等。針對進步型反應器之執照申請，目前則準備「整體化壓水式反應器」(Integral Pressurized Water Reactor, iPWRs) 相關審查工作，而 Vogtle and Summer 分別於 2012 年 2、3 月獲得「建廠與運轉合併執照」(Combined Construction and Operating License, COL)，並於 2013 年 3 月進行第一次混凝土澆灌，預計在 2017、2018 年運轉；此外，NRC 每年均會辦理管制資訊會議 (RIC)，是管制機關、業者、廠商等之重要溝通平台、會議，今年共有來自 27 個國家 181 個代表，超過 3300 人註冊參加，原能會亦派員出席是項會議，充分擷取各界有關核安管制之資訊。

有關福島事故後我國核能電廠各項之安全強化措施、壓力測試及歐盟專家同儕審查等作業、報告，請詳參原能會 (<http://www.aec.gov.tw>) 所出之各項報告。福島事故發生後，美國為因應檢討日本福島核災經驗回饋與教訓，並加強美國核能電廠之安全性，成立「近期專案小組」(Near-Term Task Force, NTF)。NTF 於 2011 年 7 月 12 日提出 Recommendations for Enhancing Reactor Safety in the 21st Century: The near-term task force review of insights from the Fukushima Daiichi Accident. 專案報告，共提出了 12 大項、34 小項的建議內容。此報告提出後，經 NRC 與工業界多次討論後，NRC 將 NTF 之數十項建議，加上福島專案指導委員後來再確認的 6 項改進事項，依優先順序分為 3 個執行階段 (Tier)：第一階段 (Tier 1)：立即採取行動，避免不必要的延誤；第二階段 (Tier 2)：由於資

源或關鍵技術限制無法於近期執行；第三階段 (Tier 3)：需要 NRC 進一步研究以決定管制行動是否必要。

NRC 於 2012 年 3 月發布 3 項「命令」(Order) 及 3 份要求持照者提供資訊的管制信函。3 項「命令」包括：在極端廠外事件時之救援策略、確認 Mark I & II 型圍阻體具有可靠之強化排氣設備、用過燃料池需具有可靠之水位儀器設備等。3 項「要求提供資訊」包括：地震及水災的現場履勘、重新評估地震及水災危害、緊急應變人力及通訊。NRC 另有 3 項進行之「法規制定」(Rulemakings)，包括：電廠全黑之救援策略、電廠緊急應變能力、過濾及圍阻策略。

3 項「命令」中有關「Mark I & II 型圍阻體具有可靠之強化排氣設備 (EA-12-050)」，最近有重要的新發展：NRC 於 2013 年 6 月 6 日發布「EA-13-109」命令，用以修訂 EA-12-050，新命令要求排氣設備在「嚴重事故情況」(即爐心受損後升高的壓力、溫度、輻射和及可燃氣體等) 功能須維持可用。設備之安裝將以分階段方式執行：濕井排氣設備在 2017-2018 年完成，乾井排氣設備在 2018-2019 年完成。此命令發布後，NRC 正與利害關係人合作發展詳細指引，預計在 2013 年 10 月 31 日發布此命令第一階段的 Final ISG，以支援持照者須在 2014 年 6 月 30 日提交的整合計畫，NRC 隨後將規劃審查這些整合計畫及完成安全評估，並預計在 2015 年 4 月 30 日發布此命令第二階段的 Final ISG，以支援持照者須在 2015 年 12 月 31 日提交的整合計畫(安裝乾井排氣設備，或實施可靠的圍阻體排氣策略使得嚴重事故情況不太可能需要從乾井排氣)。該強化排氣設備只適用於 Mark I & II 型圍阻體之沸水式反應器，另在完全喪失交流電源時(即電廠全黑情況)亦須維持可用。

目前第一階段 (Tier 1) 活動之執行現況：(1) 有關救援策略及用過燃料池水位儀器命令之執行現況：已於 2013 年 2 月收到個廠整合計畫、規劃於兩個填換燃料大修(或 2016 年 12 月)前完成；(2) 有關 3 項「要求提供資訊」之執行現況：已完成地震及水災的現場履勘；重新評估地震及水災，地震：美國中部及東部電廠完成期限為 2014 年 3 月、西部電廠完成期限為 2015 年 3 月、水災：完成期限依優

先順序分別為 2013 年 3 月、2014 年 3 月、2015 年 3 月；緊急應變人力及通訊：第一階段已完成，第二階段為第二個填換燃料大修之 4 個月前。

有關 3 項「法規制定」之活動：(1) 電廠全黑之救援策略：加入由「救援策略命令」取得之洞察，規劃完成期限為 2016 年 12 月；(2) 電廠緊急應變能力：將整合電廠緊急程序書，Final rule 規劃完成期限為 2016 年 9 月；(3) 過濾及圍阻策略：將考慮增加的保護以限制放射性物質之外釋，Final rule 規劃完成期限為 2017 年。

美國電廠針對 GSI-191 濾網改善進行情況，目前有 2/3 的電廠已完成 NRC 認可的濾網評估工作，但也有 1/3 電廠的濾網測試無法獲得 NRC 的同意，須進行必要的改善工作，NRC 關注的焦點有二：(1) 破管後引用縮小的破管影響區域對碎屑纖維量的估算需作進一步的確認，(2) 有些電廠採用的濾網測試方法有誤，所得到的結果並不正確。雖然美國所有電廠皆已完成濾網上游效應的分析和爐心外下游效應的評估，但對於如何處理爐心內下游效應 (In-Vessel Downstream Effects) 的分析方法目前尚未有定案，主要會依據 WCAP-16793 Revision 2 的規範進行，NRC 在 2013 年 4 月已同意爐心內每一燃料束允許 15 克碎屑纖維量流過，但業界認為此數值太過保守，正尋求相對應的解決方案。

對於整個 GSI-191 要如何結案，NRC 於 2012 年 7 月 9 日發出 SECY-12-0093 提出三種可接受的結案選項、反映業界的承諾、考慮可用的已開發和正在開發的導則、以及以確定性評估和資訊風險評估作為申照基準。選項一主要是針對較清潔且碎屑纖維量較少的電廠，依照已核可的導則進行確定性評估，目前有 18 個機組採用選項一，作為 GSI-191 的結案方法。選項二是指電廠採用確定性評估或資訊風險評估的方式進行結案，因此電廠將提出新的評估方法以降低原保守度和縮小電廠改善規模，並執行所需的適當措施以減少碎屑纖維量，選項二有 2A 和 2B 兩種選擇，選項 2A 指的是業界試圖增加爐心內碎屑纖維流量以降低保守度，並採用確定性評估方法進行分析，目前是每一燃料束 15 克，以及考慮硼酸沉澱物，有些電廠正進行引水槽試驗和其他更精確的改善措施，目前有 31 個機組選用 2A 選項來結案。選

項 2B 指的是採用資訊風險評估方法進行整廠評估，目前由南德州電廠進行先導性計畫評估電廠現況與無碎屑纖維的理想電廠做比較，展示結果須符合規範 1.174 的要求，預計其他電廠於 2015 年也會陸續採用此項選項申請結案，目前有 14 部機組考慮 2B 選項。選項三則是將濾網分析和爐心下游效應分析分開來處理，也就是以確定方法來評估濾網，用資訊風險評估來分析爐心的下游效應，電廠會採取任何可能的措施減緩碎屑量，目前有 2 個機組採用此選項三進行結案。全美共有 65 部 PWR 機組針對 GSI-191 的議題都已決定所採用的結案選項。

美國核能電廠緊急應變計畫的審查機關分為廠內與廠外，廠內的緊急應變計畫與我國類似，是由 NRC 負責審查；廠外的緊急應變計畫則是由美國國土安全部聯邦緊急應變署（Federal Emergency Management Agency，FEMA）負責審查。兩個機關間介面的分工係以雙方簽訂的備忘錄（Appendix A to 44 CFR 353）規定之；其中關於兩機關共同處理的議題之一就是天然災害影響廠外緊急應變整備的後續復原，並設有 NRC/FEMA 指導委員會作為問題協商與解決的平台。當核能電廠周圍遭到天然災害破壞，如果 FEMA 認為可能衝擊廠外緊急應變整備的有效性，FEMA 會執行「災害衝擊審查（Disaster Initiated Review，DIR）」，來檢視核能電廠外的緊急應變整備是否足夠，該檢視只是確認核能電廠緊急應變區範圍內是否有足夠的應變能力，並不是要通盤檢討所有的廠外情況。FEMA 也建立一個作業程序書（FEMA Disaster Initiated Review Standard Operating Guide），以 check list 的方式方便檢視。NRC 則以視察導則 1601（Inspection Manual Chapter-1601）來規範相關作業。一般而言，NRC 是否同意天然災後核電廠再啟動係基於 FEMA 的 DIR 報告以及其本身的視察結果。NRC 的視察結果是由其總部、分部與駐廠視察員依據視察導則 1601 的責任分工，召開電話會議（counterpart conference call，CCC）共同來決定是否同意核電廠再啟動；該電話會議成員包括（1）NRC 總部的監管中心、NRR 的署長、處長、主管受影響核電廠的副處長與計畫經理，以及 NSIR 的署長、處長與 NSIR/DPR/ORL 科長，（2）受影響核電廠所在地的 NRC 分部的署長、處長、州聯絡官（Regional State Liaison Officers，RSLOs）、反應器計畫處

(Regional Division of Reactor Projects, DPR) 科長與核安處 (Regional Division of Reactor Safety, DRS) 負責緊急計畫稽查的科長, (3) 受影響核電廠的駐廠視察員。即使當 FEMA 的 DIR 報告尚未出爐之前, NRC 依據視察導則 1601 召開電話會議的決議還是可以作為是否同意再啓動的依據。

美國核電廠緊急應變計畫起因三哩島事故, 911 恐怖攻擊後, 爲防止同樣事故發生在核電廠, NRC 除了提出因應措施, 並著手全面檢視緊急應變計畫相關法規並進行修訂。自 2005 年至 2008 年除了召開至少 5 次公眾會議 (public meeting) 之外, 並分別與業界、NGO、相關利害關係人、公學會等等團體開會徵詢草案意見。2009 年草案推出之後, 在法定公告徵求意見的 150 天內, 又在 6 個地方召開 12 場公眾會議。最終在 2011 年完成法定程序正式公告實施。此次法規修訂主要有 12 項如下表, 美方逐項說明修訂重點:

	RULEMAKING TOPIC	RELATED GUIDANCE
1	On-Shift Multiple Responsibilities	Interim Staff Guidance
2	Emergency Action Levels for Hostile Action Events	NEI 99-01
3	Emergency Response Organization Augmentation at Alternative Facilities	Interim Staff Guidance
4	Licensee Coordination with Offsite Response Organizations	Interim Staff Guidance
5	Protective Actions for Onsite Personnel	Interim Staff Guidance
6	Challenging Drills and Exercises	Interim Staff Guidance
7	Alert and Notification System Backup Means	Interim Staff Guidance
8	Emergency Declaration Timeliness	Interim Staff Guidance
9	Emergency Operations Facility - Performance-Based Approach	Interim Staff Guidance
10	Evacuation Time Estimate Updating	NUREG/CR-7002
11	Amended Emergency Plan Change Process	Reg. Guide 1.219
12	Removal of One-Time Requirements	N/A

- (1) 值班多重任務 (On-Shift Multiple Responsibilities): 應納入緊急計畫, 並作值班任務分析; 考慮的事故包括「設計基準事故」、「設計基準威脅」、飛行器

威脅、以及控制室大火。

- (2) 恐怖行動應變動員準則 (Emergency Action Levels for Hostile Action Events): 要求核能電廠參照 NEI 99-01 修改恐怖行動應變動員準則。
- (3) 緊急應變組織異地備援能力提升 (Emergency Response Organization Augmentation at Alternative Facilities): 建立與確認各個後備應變設施擁有足夠的應變能量。例如與 EOF、控制室保安人員維持通聯，能夠執行緊急狀況宣告或發布民眾防護建議。
- (4) 廠外支援協定 (Licensee Coordination with Offsite Response Organizations): 確認廠外支援能量，重新檢討彌平空隙，簽訂新的廠外支援協定，尤其是因應恐怖攻擊。
- (5) 廠內人員保護措施 (Protective Actions for Onsite Personnel): 確保廠內人員足以執行反應爐停機與緊急應變計畫。要求核能電廠考量不同的保護措施，以及使用有效的決策工具。
- (6) 演習改變 (Challenging Drills and Exercises): 納入恐怖攻擊增加演習的內容、持續演練關鍵應變技能、釐清微量輻射外釋或沒有外釋的參演對象、提高演習頻次、夜間演習或無預警演習。
- (7) 民眾預警系統及其備案 (Alert and Notification System Backup Means): EPZ 15 分鐘內、5 英哩內 100% 居民預警通知。備案的選擇是彈性的，雖然沒有時間限制，但還是以 45 分鐘作為目標。
- (8) 緊急狀況發布的時效性 (Emergency Declaration Timeliness): 15 分鐘內完成警報確認、狀況驗證評估以及發布緊急狀況。
- (9) 任務導向的廠外緊急應變設施 (Emergency Operations Facility - Performance-Based Approach): 不強制規定廠外緊急應變設施需在核電廠附近，但如果超過 25 英哩，則需提供距核能電廠 10~25 英哩一個應變場所供 NRC 與廠外應變人員執行應變任務之用。
- (10) 疏散時間估算 (Evacuation Time Estimate Updating): 每年檢討、每 10 年更

新。當人口變化超過 25%或疏散時間增加 30 分鐘也要重新更新。

- (11) 核能電廠緊急應變計畫修改程序 (Amended Emergency Plan Change Process) :
除了部份文字定義調整,對於緊急應變計畫有重大的修訂,核能電廠要報請 NRC 同意。
- (12) 刪除一次性的規定 (Removal of One-Time Requirements) : 刪除僅適用於三哩島事故的一次性規定。

本次會議除與 NRC 進行管制經驗交流外,亦討論未來雙方合作事宜,會議結束後並由雙方代表簽署 Summary of Meeting Follow-up and Future Activities (如圖一)。

二、參訪美國核管會新運轉監管中心：

NRC 新運轉監管中心 (Operation Center, 如圖二) 位於 NRC 新大樓地下室,該監管中心現在試運轉期間,預計今年 10 月正式上線運作,舊大樓的監管中心則走入歷史。新的監管中心面積較原有的略大,既有的各應變分組辦公室依舊,擔任指揮工作的執行分組 (Executive Team) 的空間較原有的大,以往各應變分組走到執行分組向指揮官 (NRC 主委) 面對面報告的方式,已經被視訊所取代,各應變分組組長可以在自己的位置上,直接向指揮官報告。各應變分組組員的工作桌上有兩個顯示器,一個當然是各分組組員工作專用螢幕,另一個螢幕則顯示整體事故狀況或統一發布共知的資訊,如此一來,應變成員除了專心於本份工作外,亦能瞭解整體事故狀況。NRC 的各個應變分組都有 4 個班次輪替,以因應長時間的事故應變;所有應變分組成員都是自願擔任應變工作,NRC 將其分組施以訓練之後便納為應變分組成員,定期演練。詢及何以將監管中心設在地下室,美方答以安全 (Security) 考量,舊大樓監管中心所在樓層容易被惡意人士從建築外攻擊;至於耐震考量,因為歷史上當地本就是幾乎沒有地震,所以未有耐震的顧慮。

三、參訪美國維吉尼亞州 Surry 核能電廠：

Surry 核能電廠位於美國維吉尼亞州,該廠有二部壓水式反應器機組,1、2 號機分別於 1972、1973 年商轉,共提供 1676 百萬瓦電力。此次除參訪美國維吉尼

亞州 Surry 核能電廠有關緊急應變設施、因應日本福島核災及超越設計基準事故之措施、設備等外，電廠亦特別針對有關 GSI-191 濾網改善項目，向我方分享其濾網安裝的實務經驗以及提出建議事項，此次參訪行程並由 NRC 委員 Magwood 全程陪同，另外，日本經驗回饋專案小組（Japan Lessons Learned Directorate）主管 David Skeen、監管中心副主任 Scott Morris 和 Magwood 委員之辦公室主任 Patrice Bubar 亦一併隨行。

參訪美國 Surry 核能電廠，縱使有 NRC 委員陪同之情況下，核能電廠相關保安作業亦未曾鬆懈，全程除各項安檢外，另在參訪過程中均有持長槍的警衛陪同，核能電廠入口採 S 方式設計並有多重路障防止汽車炸彈直接闖入，廠區內亦不准照相或持手機進入（本報告所附照片係由 NRC 駐廠視察員協助拍攝）。

Surry 核能電廠於 10 餘年前就已安裝由 AECL 所設計的濾網，其向我方分享重點包括濾網設計和執行濾網安裝上獲得的經驗和教訓，首先提到事前勘察的重要和務必確實，並應要有隔絕保溫材料的專業人士共同配合執行勘察，因為不同種類的隔絕材料、保溫纖維等材質特性，會對濾網設計有決定性的影響，同時由於壓力差當水流經過濾網後可能會產生的氣泡和空氣閃化的現象（Air Flashing），以及如何評估殘屑（Debris）以低流速流經濾網的數量，也應事前一併考慮進去，作為濾網設計的參考。在現有的集水池內如何保有足夠的濾網安全裕度，以便進行濾網安裝測試是濾網設計上的一大挑戰，如何準確量測流經濾網的殘屑和其對泵的影響等，都是濾網設計時需要面對的課題。從現場安裝的經驗來說，濾網正式安裝前的預先組裝工作至為重要，需要確實進行。Surry 核能電廠完成安裝 AECL 的濾網後，陸續產生一些問題，包括事後發現濾網鱗片基座密封條間空隙大過 1/16 英吋，不符施工規範，因此安裝前的品管檢查需要作得更徹底，避免類似事情的發生。同時也發現楔形鎖墊圈安裝得不正確，因此在安裝濾網時應要求有經驗且受過訓練的人員依照正確程序來上緊螺栓或要求廠商更換使用不同型號的固定螺栓。一些特別的隔絕材料可能隱藏在不注意的地方，若勘察時未發現，事後補救會非常麻煩，如 Microtherm 在濾網安裝後才發現在 Surry 和 North Anna 兩個核能電廠都有，也因

此進行停機改善措施，所以事前勘察確實遠比事後改善要來得重要多了。Surry 核能電廠也分享另一重要經驗，那就是目前發現所安裝濾網所承受的碎屑負荷量大於 AECL 的實驗值，Surry 核能電廠正進行隔絕材料的改善措施以減少可能的碎屑量，此項經驗也告訴我們對於濾網實驗和測試，需要更仔細考慮到所有可能的破管和各種不同隔絕材料可能的組合情況，以符合應有的保守度，避免發生類似像 Surry 核能電廠已安裝濾網所需承受的負荷與試驗值不符的情形。Surry 核能電廠考慮採用選項 2 以確定性評估進行結案，包括採用更精確的方法和業界接受的條件處理爐心下游效應問題像是依據新版 WCAP 報告（2014），也考慮採取一些減少殘屑的措施或尋求其他替代的方法如確定性分析和資訊風險評估等方式進行結案工作。

而在設施參觀部份，此行主要參觀有 Surry 核能電廠近廠指揮中心（Local Emergency Operations Facility，LEOF）（如圖三）內的嚴重核子事故劑量評估系統（Severe Accident Dose Assessment System）與廠內的技術支援中心（TSC）。Surry 核能電廠的近廠指揮中心與我國應變體系中的輻射監測中心類似，其任務包括輻射劑量評估以及提出民眾防護行動建議；參訪時廠方提供一份模擬事故的劑量評估系統推估結果，惟詢及該系統是否模擬過類似福島的事故或射源項時，廠方答以 Surry 核能電廠的劑量評估系統係以 MIDAS 電腦程式為計算工具，基本上以設計基準事故來推算射源項，尚未模擬過超出設計基準事故。另一個參觀重點是廠內的技術支援中心，由於 Surry 核能電廠已經運轉 41 年，通訊設備除傳統電話、傳真之外沒有視訊，TSC 的設計相較我國核電廠現有的 TSC，空間小很多（如圖四）。另外亦參觀福島後新增之設備，包括大山貓及移動式柴油發電機（如圖五）等，期間其正進行可攜式泵之噴水測試（如圖六），參訪期間並就數項議題向 Surry 核能電廠提問（部份提問涉及反恐機敏部分，美方未便回答），包括：核能電廠在與廠外醫療院所在輻傷部份如何合作？Surry 核能電廠答以：Surry 核能電廠本身並無駐廠醫生，如有輻傷患者會以廠內救護車運送至郡醫院，並依規定簽有合作協議。另外在消防支援部分也與附近消防分隊或郡分隊合作；對於超出設計基準事故的應變能力如何？應變人員足夠嗎？Surry 核能電廠答以：在 911 事故之後 NRC 便以法規

B.5.b 要求核電廠要具有對抗類似事故的能力，核能電廠本身也陸續添購相關設備與設施。Surry 核能電廠人員並說明 B.5.b 設備目前貯放廠房未有特別之耐震考量，且其設備與 FLEX 設備係分別獨立配置，而 FLEX 設備未來會貯放於新建之耐震廠房中。至於人力部分，現有的規劃符合 NEI 12-01 Phase 1 與 Phase 2 的要求。

民眾預警系統警報器設置數目與所在地？ Surry 核能電廠答以：Surry 核電廠周圍計有 71 個大型警報器（如圖七），裝置地點以能夠涵蓋全區為原則，事故時，有些安裝在州政府應變中心，或是 911 應變中心也可以由該中心直接啟動警報器；這些警報器都是每季檢查 1 次、每年大修 1 次。

肆、心得與建議

一、2013 年原子能委員會與美國核能管制委員會雙邊核安管制技術交流會議：

- (一) 應持續辦理原子能委員會與美國核能管制委員會雙邊核安管制技術交流會議，交換台美雙方一年來之核能安全管制經驗，藉由管制資訊之充分交換與溝通，提升我國核能安全管制之廣度與深度。
- (二) 美國核能電廠多執行延役作業（NRC 亦已核准多數機組的申請），我國核能電廠則因國家政策，目前終止核能電廠之延役規劃。
- (三) 目前 BWR 業主集團已援引 PWR 濾網改善所遇到的問題、所發展的方法以及所學到的經驗，試圖應用到 BWR 電廠以去改進電廠的安全性和濾網效能，我國應充分掌握相關議題之後續發展並妥為因應。另明年雙邊會議中將分享核三廠 Candu 濾網的測試結果以及 NRC 最新的濾網測試導則和方法。
- (四) 美國 Watts Bar Unit 2 的興建工期亦類似我國龍門電廠不斷展延，因不斷延期所衍生之管制議題，我方應與 NRC 保持密切聯繫，將有助提升雙方對興建中核能電廠之管制能力。

二、參訪美國核管會新運轉監管中心

- (一) 運轉監管中心之位置考量，應充分考慮可能因各類型災害（地震、火災、水災、恐怖攻擊等）造成的不可用狀態，並應異地設置相關後備應變場所，以能維持緊急應變的能量。
- (二) 運轉監管中心內部設備佈置的邏輯，NRC 由傳統執行人員圍繞指揮人員（指揮人員位置在中心）的作法，改成指揮人員於後方監控執行人員（指揮人員位置在後方）的作法，可為我國未來類似場所設置規劃之參考。
- (三) 利用高科技之產品（大螢幕、無線、視訊等）來強化緊急應變能力之作法，可為國內緊急應變作業（改變溝通模式等）規劃之參考。

三、參訪美國維吉尼亞州 Surry 核能電廠：

- (一) 核三廠將採用的濾網與 Surry 核能電廠安裝的類似，Surry 核能電廠所分享

的工作經驗有助於核三廠濾網改善案的執行。

- (二) 縱使有 NRC 委員陪同，核能電廠相關保安作業亦未曾鬆懈，全程除各項安檢外，另有持長槍的警衛陪同；另核能電廠入口採 S 方式進入，並有多重路障防止汽車炸彈直接闖入，廠區內亦不准照相或持手機進入，我國核能電廠之相關保安作業，應多加學習、仿效。
- (三) 我國應多參考國外核能電廠因應日本福島核災後續之良好改善作業，並引進國內參用，以強化我國核能電廠運轉安全。

**Taiwan Atomic Energy Council (AEC) and
U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC)
Bilateral Technical Meeting
July 10 – 12, 2013, O-13-B-4**

附件一

July 10, 2013

8:30 AM Taiwan Delegation arrives at NRC

8:45 AM Welcome Remarks and Introductions,
Mr. Tim McGinty, NRR/NRC and Dr. Shin Chang, AEC

9:00 AM AEC Recent Regulatory Activities - Dr. Shin Chang

9:45 AM NRC Recent Regulatory Activities - Mr. Tim McGinty, Mr. Jay Collins, NRR,
and Mr. Charlie Ader, NRO

10:30 AM Break

10:45 AM PWR Sump Issues Update in Maanshan Plant - Dr. Hsiang-Cheng Hu, INER

11:15 PM GSI-191 Update - Mr. Stewart N. Bailey, NRR

12:00 PM NRC hosted Lunch in O-4-B-6

1:30 PM Post-Fukushima Safety Enhancement Measures at Taiwan NPPs -
Dr. Ping-Hue Huang, TPC

2:15 AM Status of Implementing the Near-Term Task Force Recommendations –
Mr. David Skeen, NRC

3:00 PM Peer Review Results of Taiwan's Stress Test National Report -
Dr. Chi-Sze Lee, AEC

3:25 PM Lungmen Plant Follow-ups - Dr. Chi-Sze Lee, AEC

3:50 PM Summary/Additional Questions

4:15 PM Depart NRC

July 11, 2013

8:45 AM Taiwan Delegation arrives at NRC

9:00 AM Power Uprate SER at Chinshan Plant - Dr. Shin Chang, AEC

9:30 AM Emergency Preparedness Consideration for restart-up of the reactor after shut down caused by natural disasters - Joseph Anderson, NSIR

10:00 AM EP Rules Implementation and Milestones - Robert Kahler, NSIR

10:30 AM Summary and signing of meeting notes –
Mr. Tim McGinty, NRC and Dr. Shin Chang, AEC

11:30 AM AEC Lunch at Meritage Restaurant, Marriott

1:30 PM Tour of the Three White Flint Operations Center
Briefing and discussion of NRC responses to AEC EP questions
- Scott Morris, Jeff Temple, NSIR

3:30 PM Depart NRC

參訪 Surry 核能電廠行程

July 12, 2013

- 1000-1015 Group arrives at Surry Nuclear Information Center.
- Welcome by Site Vice President Larry Lane and Chief Nuclear Officer David Heacock.
 - Surry Nuclear Information Center walk through while the Commissioner has a brief meeting with Mr. Heacock
 - Receive site badges
- 1015-1030 Commissioner Magwood and the Taiwanese representatives meet with the NRC Resident Inspectors
- 1030-1200 Tour Station Protected Area
- Technical Support Center/Operational Support Center
 - Mechanical Connections (Spent Fuel Pool supply, ECST, AFW, RCS, CS)
 - Electrical Connections (120 volt, 480 volt, 4 kV)
 - Spent Fuel Pool Level Instrumentation
- 1100-1200 Tour inside the Protected Area including Emergency Planning related facilities (TSC and OSC) and a general station familiarization tour.
- 1200-1300 Working Lunch at the SNIC
- Flex Strategy
 - Hospital Agreements
 - Evaluation of BDB Staffing/Communication
 - Alert/Notification System Establishment and Maintenance
 - Preparations for Exercises, Conduct of Exercise Critiques
 - Containment Sump Strainer Upgrades/GSI-191
- 1300-1430 Owner Controlled Area Tour
- BDB Storage Building, B.5.b Equipment Storage
 - River water pump connection
 - Temporary BDB Equipment Storage
 - LEOF
 - Severe Accident Dose Assessment System
- 1500 Depart Surry Power Station



圖一 2013 年台美 AEC/NRC 雙邊核安管制技術交流會議



圖二 參訪美國核管會新運轉監管中心



圖三 參訪 Surry 核能電廠近廠指揮中心



圖四 參訪 Surry 核能電廠技術支援中心



圖五 參觀福島後新增之設備，包括大山貓及移動式柴油發電機



圖六 可攜式泵噴水測試



圖七 Surry 核能電廠周圍緊急應變用之大型警報器