

公務出國報告
(出國類別：研討會)

第二屆海峽兩岸交流核能合作
研討會及後續參訪活動

服務機關：行政院原子能委員會

姓名職稱：陳文芳代副處長、鄧文俊科長、彭科長志煒、
郭獻棠技正、黃朝群技士、蔡馥筠技士

出國地區：中國大陸

出國期間：102年11月4日至11月13日

報告日期：103年1月10日

摘要

101 年「海峽兩岸核電安全合作協議」正式生效後，兩岸核能交流日益活躍和頻繁，而由雙方民間組織所建構的交流平台，亦有助彼此的經驗分享，進而更促進核能安全的落實。

我方核能科技協進會與陸方中國核行業協會共同策劃，於 102 年 11 月 4 日至 11 月 9 日舉辦「第二屆海峽兩岸核能合作研討會」，聚集兩岸核能相關機構、組織代表近百人參加，研討會期間並參訪「秦山核電廠及新應變中心」、「上海電氣集團公司」等單位。台灣方面由核能科技協進會邀請產官學界組團參加，參加單位包括核能科技協進會、行政院原子能委員會、核能研究所、台電公司與產業界等共 17 人。

研討會議題包括「核電安全」、「兩岸攜手推動核能產業工作」、「核能與公眾」等三大議題，計發表 24 篇論文，其中台灣代表團共發表論文 13 篇，大陸方面共發表論文 11 篇。共同就日本福島事故後的相關安全與整備改善及經驗，核電產業發展現況與核電安全公眾溝通，進行多面向的熱烈討論及經驗交流，亦為當前及未來核電技術與安全作為上，建立雙方良好的基礎及發展方向。

主辦單位並安排參觀秦山新應變中心、秦山二廠模擬器中心、秦山一廠海堤增高工程等，以及至上海電氣公司參觀核島區、反應器壓力容器、蒸汽產生器及常規島區低壓汽機及主發電機測試平台。與會人士皆有同感表示，兩岸在核能領域上各有所長，未來期望持續合作，秉持互相學習的態度，截長補短，為兩岸的核電安全發展共盡心力。

中國大陸積極發展核電，於大陸沿海積極進行核電廠興建工程，並戮力核電自主化，然是否會因時程壓力降低核安要求，仍需藉由交流實地瞭解。而且大陸核電廠多設於沿海，與台灣距離甚近，故實地參訪瞭解其核安監管、緊急應變整備業務，持續交流合作，以提升兩岸核安。

研討後，另安排 3 位同仁繼續參訪「台山核電廠」及「華南核與輻射安全監督站」，瞭解正興建 2 座 175 萬千瓦機組的台山核電廠建廠狀況，及中國大陸對核電廠之監管作為，同時分享台灣核電廠管制經驗。

目錄

摘要.....	i
第一章 出國目的.....	1
第二章 出國行程.....	3
第三章 研討會紀要.....	4
第一節 研討會說明.....	4
第二節 研討會紀實.....	6
一、 「核電安全」部分.....	6
二、 「兩岸攜手推動核能產業合作」部分.....	9
三、 「核能與公眾」部分.....	17
第四章 參訪紀要.....	24
第五章 心得與建議.....	45
附件一、研討會我方參加人員名單.....	48
附件二、研討會議題.....	49
附件三、上海核電第 20 期簡訊.....	51
附件四、秦山核電應急控制中心簡報.....	63

圖目錄

圖 1	2013 年(第二屆)海峽兩岸核能合作研討會開幕式.....	1
圖 2	研討會全體出席人員合影.....	2
圖 3	臺灣代表團會後合影.....	2
圖 4	核能科技協進會黃董事致詞.....	21
圖 5	研討會一隅.....	21
圖 6	鄧文俊科長擔任核電安全議題共同主持人.....	22
圖 7	陳文芳副處長擔任核能公眾溝通議題共同主持人.....	22
圖 8	會場交流討論.....	22
圖 9	本會同仁報告情形.....	23
圖 10	秦山核電基地.....	24
圖 11	秦山基地簡介.....	25
圖 12	核燃料循環介紹.....	25
圖 13	壓水式反應器模型.....	25
圖 14	燃料模型.....	25
圖 15	三廠觀景平台.....	26
圖 16	重水反應器解說.....	26
圖 17	與會人員聆聽解說.....	27
圖 18	緊急應變組織圖.....	28
圖 19	核應急響應組織機構介紹.....	29
圖 20	新的應急控制中心處長簡報.....	29
圖 21	電廠機組的數位監控系統.....	29
圖 22	13 處 24 小時環境輻射即時監測站.....	29
圖 23	氣象線上監測.....	29
圖 24	事故後果評估系統.....	29
圖 25	反推射源項數據顯示.....	30
圖 26	台方人員與新應急控制中心處長(右一)合影.....	30
圖 27	新應急控制中心會議室全景.....	30
圖 28	舊海堤拆除.....	32
圖 29	新海堤施工情形.....	32
圖 30	施工平面圖.....	32
圖 31	與會人員聆聽解說.....	32
圖 32	海堤剖面圖.....	32
圖 33	雙方面談交流.....	36
圖 34	我方人員提問.....	36
圖 35	大陸自主設計蒸氣產生器.....	38
圖 36	上海電氣專用碼頭.....	38
圖 37	上海電氣臨港基地.....	38

圖 38 與華南核與輻射安全監督站駐廠人員討論.....	40
圖 39 參訪華南核與輻射安全監督站.....	41
圖 40 台山核電廠引水渠道位置圖.....	43
圖 41 參訪台山核電廠.....	43

第一章 出國目的

本次出國主要目的係參加本(102)年度 11 月 4 日至 11 月 9 日在蘇州所舉辦之「2013 年(第二屆)海峽兩岸核能合作研討會」，希望透過兩岸核能產業的交流，進一步瞭解雙方核電廠在福島事故後的相關整備改善及經驗，核電產業發展現況與核電安全公眾溝通，為促進後續彼此的合作與交流，建立良好的基礎及方向。此外，並參訪中國大陸首座核能電廠，秦山核能電廠，實地了解該廠防海嘯、防大潮之海堤改善工程，以及新建置完成之秦山新應變中心，瞭解其在福島事故後對事故應變的精進。另參訪上海電氣集團股份有限公司，瞭解該集團在核能產業的投入和承製核能電廠的鑄鍛鍊件機械工程。之後，並實地參訪施工中的台山核電廠及拜會監管單位華南核與輻射安全監督站，瞭解台山電廠施工狀況及監管情形等事項。期由研討、拜會、參訪、座談等瞭解中國大陸之核能發展、安全改善及應變整備狀況，並進行經驗交流。



圖 1 2013 年(第二屆)海峽兩岸核能合作研討會開幕式



圖 2 研討會全體出席人員合影



圖 3 臺灣代表團會後合影

第二章 出國行程

日期	時間	活動行程
11月4日(一)	下午	往程(松山-蘇州)
11月5日(二)	0900-1530	研討會 I：核電安全
	1545-1745	研討會 II：兩岸攜手推動核能產業合作
11月6日(三)	0900-1100	研討會 II：兩岸攜手推動核能產業合作
	1115-1645	研討會 III：核能與公眾
11月7日(四)		參訪秦山核電站、秦山新應變中心
11月8日(五)		參訪上海電氣公司
11月9日(六)		回程(上海-松山)(彭、黃、蔡 3 員返國)、 資料整理
陳、鄧、郭 3 員續參訪		
11月10日(日)		往程(上海-深圳)
11月11日(一)		深圳-台山核電廠、 華南核與輻射安全監督站台山辦公室
11月12日(二)		台山核電廠參訪、 與華南核與輻射安全監督站人員座談
11月13日(三)		返國

第三章 研討會紀要

本研討會係由陸方之中國核能行業協會及台方之財團法人核能科技協進會主辦，並由陸方之中核核電運行管理有限公司承辦。

中國核能行業協會是屬全國性非營利社會團體，於2007年4月18日正式成立，宗旨是貫徹中國大陸於核能發展的方針政策，推動行業自主創新和技術進步，為提高核能利用的安全性、可靠性和經濟性提供服務，促進核能行業發展，中心任務是做好政府與會員單位之間、會員單位之間、國內與國際之間的溝通與交流，維護全行業和會員的合法權益，向政府建言獻策，為企業排憂解難，努力發揮橋樑和紐帶作用。中國核能行業協會的會員來自核設施建設、運營、研究設計、建築安裝、設備製造、核燃料循環、技術服務、人才教育培養等領域的369家企事業單位。協會現任理事長為張華祝先生，他原是中國國防科工委黨組副書記、副主任、國家原子能機構主任。

開幕式由中國核能行業協會副理事長趙成坤先生主持，並分由張華祝先生、何小劍先生(中國核能電力股份有限公司副總經理)及黃小琛先生(財團法人核能科技協進會董事)代表致詞。何小劍先生致詞提及核能有助經濟發展，而兩岸交流在不同的體制下更可碰撞出智慧的火花，並簡略介紹了該公司之情形。張華祝先生則提及研討會前一週，兩岸經貿文化論壇剛舉辦完，而促進科技合作可謂是響應該論壇，在兩岸的政策都是確保核能安全及民眾安全，故兩岸交流更可促進核能安全，而在海峽兩岸核電安全協議簽署後，除了雙方政府間交流外，民間組織更應蓬勃互動。黃小琛先生則先說明原團長歐陽敏盛因出發前染恙致無法成行，惟因兩岸民間的核能交流已近十餘年，在核能科技協進會扮演橋樑下，定可更落實核安及有助產、研、學等界之經驗分享與精進。

第一節 研討會說明

本次研討會議程計2日，並區分「核電安全」、「兩岸攜手推動核能產業合作」及「核能與公眾」3項議題，謹就各議題及講題／主持人，列表如下：

議題一：核電安全

主持人:鄧文俊先生(台方，原子能委員會核能管制處科長)

趙成坤先生(陸方，中國核能行業協會副理事長)

(一) 大陸核電廠針對福島事故的安全改進 嚴天文(陸)

- (二) 台灣核電廠壓力測試報告的同行審查結論與加強安全的舉措.....鄧文俊(台)
- (三) 大陸核電同行評估實踐.....龍茂雄(陸)
- (四) 龍門核電廠試運轉測試管制.....郭獻棠(台)
- (五) 台灣核電廠斷然處置措施與演練.....邱永聰(台)
- (六) 台灣核電廠 SAMG 和 EDMG 的編制與實踐.....邱永聰(台)
- (七) 民用核安全設備監管情況介紹.....焦殿輝(陸)
- (八) 後福島事故輻災應變的強化措施.....黃朝群(台)
- (九) 台灣核電廠安全質量績效考核的實踐.....邱永聰(台)

議題二：兩岸攜手推動核能產業合作

主持人:倪辰華先生(台方，亞炬企業股份有限公司副總經理)

趙成坤先生(陸方，中國核能行業協會副理事長)

- (一) 中核小型堆(ACP100)產品技術特點及市場應用研究.....錢天林(陸)
- (二) 台灣核電廠功率提升概況.....張欽章(台)
- (三) 大陸核電廠數字儀控技術的實踐(DCS).....尚玉華(陸)
- (四) 廢樹脂漏式氧化處理技術的實踐.....倪辰華、許信惠(台)
- (五) AP1000 依托項目建設及 CAP1000 開發進展.....朱書堂(陸)
- (六) 多功能焚燒爐技術的實踐.....黃耀南(台)
- (七) 華能集團核電產業發展及高溫氣冷堆工程建設實踐.....崔紹章(陸)
- (八) 放射性核物料運輸安全管理.....林允超、林暉(台)

議題三：核能與公眾

主持人:陳文芳女士(台方，原子能委員會核能技術處代副處長)

龍茂雄先生(陸方，中國核能行業協會副秘書長)

- (一) 緊急應變區內民眾資訊傳達.....蔡馥筠(台)
- (二) 海鹽縣在公眾與核能溝通方面的實踐.....徐瀏華(陸)
- (三) 海峽兩岸公眾參與及跨區域核應急合作展望.....汪映榮(陸)
- (四) 福島事故後的新聞宣傳與公眾溝通.....範興來(陸)
- (五) 核安管制資訊公開.....彭志煒(台)
- (六) 政企互補科普聯勤、促進公眾核電認同.....錢金標(陸)
- (七) 台電公司核電廠的敦親睦鄰實踐.....邱永聰(台)

第二節 研討會紀實

一、「核電安全」部分

此議題中，台陸雙方各發表 6 篇及 3 篇簡報，台方自台灣核電廠壓力測試報告的同行審查結論與加強安全的舉措、龍門核電廠試運轉測試管制、台灣核電廠斷然處置措施與演練、台灣核電廠 SAMG 和 EDMG 的簡介、後福島事故輻災應變的強化措施、台灣核電廠安全質量績效考核的實踐等之實務內容進行經驗分享；至陸方部份 3 篇，分別敘述如下：

(一) 大陸核電廠針對福島事故的安全改進

報告人嚴天文目前任職於大陸核安全監管部門核電司核電二處處長，介紹大陸核電於福島事故後之綜合檢查結果、改進情形及外部事件安全餘裕評估。

自 2011 年 3 月 11 日日本福島核災發生後，在中國國務院之要求下，責由國家安全局、國家能源局及中國地震局組成檢查團，針對運轉中及興建中之核電廠進行 9 個多月之綜合安全檢查。檢查團之組成，包含來自核能、地震、海洋、環境等領域約 300 多位之專家；檢查內容則涵蓋「廠址選址過程中所評估外部事件的適當性」、「極端外部事件的預防和緩解能力」、「嚴重事故的預防和緩解措施」等 11 個領域。檢查總結論大陸運轉中及興建中核電廠基本上滿足大陸核安全法規及國際原子能機構最新標準之要求，具備一定之嚴重事故預防和緩解能力，安全風險處於受控狀態，安全有保障。此外，透過前述綜合安全檢查，並發現秦山核電廠防洪能力需再加強、部分核電廠需制定及實施 SAMG（嚴重核事故管理導則），以及針對馬尼拉海溝地震引發之海嘯，需進一步評估對沿海核電廠之影響，以提升核電廠安全；也提及秦山核電廠原本防洪能力不足，已要求加高海堤。

心得建議：

大陸在核電發展過程，對安全管制之標準，致力於與國際安全標準或作法接軌，以建立符合大陸國情之核安管制機制。福島事故後，並訂定核電廠改進行動通用技術要求，對運轉中的電廠提出 8 項主要要求，包括防洪能力改進、氫氣監測與控制系統改進、應急補水設備選取和管線設置、應急控制中心可居留性及其功能、移動電源選取及接口設置、輻射環境監測及應急改進、用過燃料池監測及外部災害的應對，此與我國之核電

總體檢相似。對新建核電廠也有新的安全規劃，並發佈「核安全與放射性污染防治「十二五」規劃及 2020 年遠景目標」，要求新建核電機組應具備較完善的嚴重事故預防和緩解措施，另要求「十三五」及以後新建核電機組需從設計上實際消除大量放射性物質釋放的可能性。由於大陸核電發展迅速，吸引許多年輕人進入此行業，惟因較缺乏實際運轉經驗，更需要核安文化之養成及訓練。而台灣核電界對此已累積有數十年之經驗，可作為未來兩岸核安交流之議題，將有助於核安之確保。

(二) 大陸核電同行評估實踐

報告人龍茂雄目前任職於中國核能行業協會副秘書長，報告大綱為核電同行評估背景、發展歷程及未來展望。

有鑑於美國三哩島及前蘇聯車諾比爾核子事故，各國意識到核電安全重要，為進一步保證核電安全性及可靠性，IAEA、INPO、WANO 等核電同行評估組織因應而生，大陸參考前述組織執行核電廠同行評估之方法，針對組織管理、運轉、維修、輻射防護、經驗回饋、人員培訓、消防、緊急應變等評估領域，開始著手建立符合大陸國情之核電廠運轉評估機制；在 2002 年和 2004 年分別成立第一屆核電廠運行評估委員會和第一屆核電廠經驗交流委員會，負責核電運行評估工作的運作，2005 年開始建置興建中核電工程同行評估機制，期間發布「核電廠運行評估管理辦法」及「核電廠運行交流管理辦法」，迄 2013 年 9 月底，中國核能行業協會已完成 11 次興建中核電工程同行評估。此外，於日本福島核災後，並於 2012 年 3 月與 WANO 針對大亞灣核電廠 6 部運轉中機組進行聯合評估。

心得建議：

陸方借鏡 WANO、INPO 等組織的評估經驗，培訓相關評估人員，在 2006 年至 2010 年先後對秦山、大亞灣、田灣三個運轉中的核電機地進行綜合評估，並與 WANO 進行聯合評估，另外，還對廣東大亞灣核電廠和中核運行分別進行緊急應變和人員績效專案評估。陸方藉由完成同行評估經驗累積，積極學習國際間同行評估經驗及方法。然在未來應更加注重靈活務實、提升評估能力，完善運行和建設評估準則、建立評估指標。並應結合大陸實際狀況，打造富有自身特色的同行自律組織，並應創新工作方法自行發掘

問題。台電公司也是 WANO 成員，亦可考慮就此議題和大陸交流，且一起促進兩岸核電安全和績效。

(三) 民用核安全設備監管情況介紹

報告人焦殿輝目前任職於核與輻射安全中心進口核安全設備註冊檢驗辦公室副處長，報告內容大綱為核安全設備監管法規體系介紹、境內設備行政許可管理和活動監督、境外設備註冊登記管理和安全檢驗、核安全設備監管現況及案例分享等。

針對核電安全相關設備監管，大陸訂有「民用核安全設備監管條例」並於 2008 年開始施行。該條例係針對從事民用核能安全相關設備之設計、製造、安裝及非破壞檢測之單位進行管控；屬境內單位者，採許可制，屬境外單位者，則採註冊登記制，並由隸屬於環境保護部之國家核安全局(NNSA)負責審查、監管及檢驗。境內單位管控部分，由 NNSA 派出機構「華北核與輻射監督站」(華北站)負責執行，華北站並於境內各單位設有駐廠辦公室，執行駐廠監管。境外單位管控部分，除安全審查外，亦須由 NNSA「核安全中心進口核設備註冊檢驗辦公室」執行安全檢驗，其安全檢驗尚包含調試階段(試運轉測試階段)安全性能試驗檢查，當完成安全檢驗後，NNSA「核安全中心進口核設備註冊檢驗辦公室」必須出具安全檢驗總報告，並作為批准新機組首次核燃料裝填申請之依據文件之一。

心得建議：

進口核安全設備註冊檢驗辦公室係於 2011 年 8 月成立，係因應「民用核安全設備監管條例」施行而設置。綜觀其報告應為落實品質保證，尤其在大陸積極自主化和快速建廠下對品質的再確認，也是對中國國務院發布的「核安全規劃」之「強化品質保證、提升設備可靠性」的總體目標之落實。在實行上之駐廠監管對品質之確保有助益，此功能應相似於台方建廠時之駐廠視察。報告也提及有國外廠商承製主管道案，因錯置被罰款 50 萬元外，還造成工期延誤。就工程品質，尤其是核電工程品質，藉由嚴格監管過程，確保品質保證的落實，為確保核能安全的要件。

二、「兩岸攜手推動核能產業合作」部分

此議題中，台陸雙方各發表 4 篇簡報，台方自核能研究所核電廠功率提升、至業者廢樹脂濕式氧化處理技術、多功能焚燒爐技術、放射性核物料運輸安全管理等之實務內容，進行訊息分享；至陸方部分 4 篇，分述如下：

(一) 中核小型堆(ACP100)產品技術特點及市場應用研究

報告人錢天林目前任職於中核新能源有限公司總經理，該公司於 2011 年於 4 月 1 日成立，目的為開發和推廣多用途、更安全的核能技術新領域方面。本次報告重點為分析小堆於中國大陸境外發展狀況，介紹該公司 ACP100 研發成果與技術特點、ACP100 市場應用研究、ACP100 示範工程建設現況等。

小堆(small modular reactor, SMR)為發電功率在 30 萬千瓦(即 300MWe)以下之核子反應爐，其優點為(1)因功率小，發生事故時之事故射源項小，廠外緊急應變範圍自然比傳統大型反應爐小很多；(2)安全度高，在安全性方面號稱達到甚至超過了第三代壓水式反應爐的水準，具有更高的安全性和抗事故的能力，是更為安全的反應爐，其採用的是非能動的反應爐冷卻系統和餘熱移除冷卻系統，使其不依賴外部電源，藉由自然循環將反應爐爐心熱量移出，可以在沒有外部支援情況下保證反應爐爐心長期冷卻，不致發生如日本福島般核子事故。(3)多用途，除單一發電功能以外，還有許多其他工業用途，如熱電聯產、工業供熱和海水淡化等。(4)模塊式建造，將核能蒸汽系統(NSSS)一體化集成為反應爐模塊，每個模塊的最大發電能力是 10 萬千瓦(1MWe)。一個模塊式核電廠可以有 2~6 個模塊，模塊可以根據廠址的形狀和大小自由組合安裝，設施經營者可以根據需求，在建廠初期一次性靈活配置裝機容量，大幅縮短建造週期。(5)低風險，小型反應爐採用滾動發展、資金分階段逐步投入的方式建造核電廠，逐步增加核電廠裝機容量。(6)選址靈活，能因地制宜，受地基承載能力和週邊運輸條件的限制比傳統大型反應爐少。從廠址的適用性上來講，用於發電的小型反應爐可以建在無法與主電網相連接的偏遠地區，適應較為特殊的廠址條件。

目前中國大陸境外發展小堆遍及美國、巴西、阿根廷、俄羅斯、印度、法國、南非等國家，發展形式如 mPower(180MWe)、Holtec(160MWe)、Westinghouse(225MWe)、NuScale(45MWe/150MWt)、SMART(90MWe)以及 KLT-40S(浮動堆，35MWe)，發展之小

堆形種類多，但是大多處於概念設計階段，短期內製造之堆形並不多。

ACP100 小堆之設計將傳統兩迴路壓水式反應爐核能蒸氣供給系統轉化成一體化反應爐模塊，(1)可消除大量爐心冷卻水喪失(LOCA)事件，(2)可避免造成大量放射性物質外釋，(3)核子事故發展將更加緩慢，(4)爭取更多應變時間，(5)單一迴路高自然循環能力等。

ACP100 小堆備有遮罩電機主泵，可消除軸封 LOCA 事故，反應爐功率小，系統發電後之熱儲能低；低爐心燃料密度，有更高熱工程安全餘裕及更好適應與臨界熱通率(Critical heat flux, CHF)有關之暫態；單位功率大冷卻劑儲量，主系統熱容量及熱傳導性高，具有緩合爐心瞬間暫態特徵；系統簡化，可降低故障機率及造價；放射性射源項低及多重性放射性包封容器遮罩。

ACP100 採完全非能動式安全系統，包含非能動反應爐心冷卻、非能動式餘熱移除、非能動式壓力槽熱量導出系統、非能動式主控制室應變居留、自動洩壓系統、非能動式補充及維持冷卻劑裝量以及不需安全級應變交流電源。

ACP100 具有完善的嚴重事故預防與緩解措施，如防止爐心熔毀之自動洩壓系統，非能動式氫氣結合器以防止氫爆，非能動式壓力槽熱量導出系統以防止超壓，重力注水入反應爐以防止 RV 失效及 CV 底板熔穿事件。

ACP100 因獲中國大陸政府高層大力支持，目前進行「研究型反應爐及小型動力堆非居住區和規畫限制區的管理研究」，初步計算結果，非居住區(EAB)不超過 300 公尺，規畫限制區(LPZ)不超過 800 公尺，緊急應變計畫區(EPZ)內區不超過 500 公尺，外區不超過 900 公尺。因此可進入工業園區並靠近城市，從而實現工業供汽和城市供暖。目前中國大陸市場開發狀況為東北三省(發電、供熱)、渤海(浮動式核電廠)、浙江、福建、海南等省份(發電、供汽、海水淡化)、湖南、江西等省份(發電、供汽)；另中國大陸積極開拓國際市場，目前主要合作對象為加拿大、巴基斯坦、科威特、沙烏地阿拉伯等國家。

中核集團 ACP100 示範工程廠區位置為蒲田市，預計建造 2 座 100MWe 核能機組，提供電、水、汽，規劃於 2015 年澆灌第一罐爐心底板混凝土(FCD)，2017 年運轉。

心得建議：

依小堆的低功率、低事故射源項之特性，或許廠外應變範圍可以合理減少，而國際間對小堆的發展也紛紛投入，從歐盟到美國都積極研發，美國甚認為未來可作為替代老舊的煤炭發電廠，中方更是獲得國家支持。而台方在小堆上的投入甚少，雖說較無安全顧慮，然以之前同位素廠商進駐園區都遭民意反對，小堆應也不易在台方發展。又中國大陸核能工業現正處於蓬勃發展階段，各項機組皆處於新生階段，事故發生頻次少，以致於中國大陸核電業者對事故應變部分仍有掉以輕心之虞，因此原能會基於我國核安監管機構之角色，仍必須密切注意渠等後續發展狀況，並透過「海峽兩岸核電安全合作協議」及民間交流獲得相關資訊。

(二) 大陸核電廠數位儀控技術的實踐(DCS)

報告人為任職於北京廣利核系統工程有限公司市場總監蕭玉華，報告大綱為核電廠儀控系統簡介、核電廠 DCS 自主化與國產化、核電廠 DCS 項目應用、核電廠 DCS 平臺介紹與經驗回饋。

儀控系統相當於人的神經系統與大腦，依照控制方式，可分為三個主要階段：(1) 第一代核電廠儀控系統：類比控制，(2) 第二代核電廠儀控系統：類比控制及數位控制混合，(3) 第三代核電廠儀控系統：全數位控制。核電廠數位化儀控因介面眾多，修改頻繁，過程複雜，監管嚴格，專業性強，故障危害大等因素，很容易成為核電廠建設時的關鍵路徑，是核電廠建設之關鍵系統。

依中國大陸廣核集團對數位儀控系統國產化之目標，從 2005 年嶺澳二期核電廠核電廠輔助設施(BOP)及 DCS 全從國外製造，歷經紅沿河 4 部機組、寧德 1 號機及二號機之半國產過渡期，最後於 2009 年之後的陽江 6 部機組、防城港一號機及二號機及寧德三號機及四號機皆全國產之實現共耗時 8 年。

該公司全面掌握安全級數位儀控系統核心技術，具備完整自主知識技術產權，大幅提昇中國大陸核電系統的戰略安全，打破國外壟斷，讓核電設備出口不受制於國外廠商；此外亦完全實現國產化，提供更便捷的服務，與國外產品相比具備更加經濟效益；完全可替代進口，填補中國大陸空白缺口。

目前使用該公司之數位儀控系統核電廠有紅沿河四部機組、陽江四部機組、寧德

四部機組及防城港兩部機組共計 14 部機組，應用範圍含括 CPR1000、M310、EPR、HTR、CNP、CEFR 等多種反應爐型號。

該公司核電儀控系統分安全級系統與非安全級系統，安全級系統主要為控制核電廠在異常運轉狀態下保護三大核電安全（燃料護套、反應爐冷卻水壓力邊界與圍阻體）的完整性，當運轉參數達到危及三大屏障完整性限值時，用來緊急停機和啓動安全設施；非安全級系統包含核島(核電廠核蒸氣供給系統)、常規島(汽輪發電機組及其配套設施)、輔助/專用系統的正常運轉，正常啓動與停機等，因此非安全級控制系統之可用性為核電廠安全、經濟、高效運轉的保障。目前中國大陸國產之安全級數位儀控系統為 FIRMSYS，應用於廣東陽江五號機及六號機；非安全級數位儀控系統 HOLLiAS-N 已應用於遼寧紅沿河四部機組、廣東陽江四部機組、福建寧德四部機組及廣西防城港兩部機組。

HOLLiAS-N 目前有八項關鍵技術，第一項為重要設備滿足中國大陸抗震 I 類要求；其二為操作手段之深度防禦設計，用以預防或緩解主要操作手段失效後造成核電廠不可用之設計；其三為保障系統的高可用性及安全性設計，包括控制優先及選擇裝置、實現系統級和設備級的餘裕設計與偏安全功能設計；其四為事故後監測系統，在核電廠事故期間(LOCA 事件)及事故後(如緊急停機)對爐心燃料狀態監測，以保障運轉人員有足夠資訊監控電廠事故過程並進行適當的分析與操作；其五為核電專用計算軟體，滿足核電控制功能的特定需求；其六為獨立故障診斷功能，可滿足多樣性之要求，同時可避免由於單一故障導致失去 DCS 控制盤面的監測，可適應各種不同控制盤面監測的要求；其七為支援多種協議之協力廠商通訊功能；最後為客制化的人機介面軟體功能，在國產自主化的過程中，該系統通過一系列的試驗，包含環境試驗、電磁相容試驗、抗震試驗、軟體verification and validation(V&V)試驗及工藝評定等。

該公司在國產自製化過程中，精進內部管理能力、並認為應關注中國境內 DCS 供應商的一體化供貨能力、應儘可能採用自主技術、自主產品和服務以掌握項目推進中的主動權、因系列化項目推進有利於品質的提昇、成本的控制和自主化程度的有序推進、以及儀控各產業鏈需要高效銜接及互動等，以減少項目成本的風險。

心得建議：

大陸對核電建廠的自主化積極投入，無論是硬體或軟體都全心研發，報告也提及為防患駭客攻擊，在技術上採單項傳輸作廠際管理網管理。我國一向對核電廠之資通安全(Cyber security)甚為注重，而目前我國龍門電廠為大量使用數位儀控核能電廠，注意中國大陸所發展之關鍵技術，可以作為資通安全管制之參考。此外，原能會應注意中國大陸數位儀控設備所需通過之試驗項目，以作管制參考。

(三) AP1000 依託(委託)項目建設及 CAP1400 開發進展

報告人朱書堂任職於中國大陸國家核電技術公司科研部處長，介紹目前在中國大陸 AP1000 依託(委託)項目建設進展及 CAP1400 開發進展現況。

AP1000 為中國大陸透過國際招標方式，引進美國西屋公司開發 AP1000 先進非能动式核電技術。目前為中國大陸與美國合作，分別在浙江三門、山東海陽各建設兩台 AP1000 核電機組，作為中國大陸第三代核電自主化的依託項目。

2007 年 12 月 31 日，中國大陸 AP1000 依託項目發布開工令，於 2009 年 3 月 29 日，三門一號機組開始澆注核島筏基(核反應爐廠房基地)第一罐混凝土，並成功掌握核電廠核島筏基(核反應爐廠房基地)大體積混凝土一次性整體澆注先進技術。於 2009 年 6 月 26 日，三門一號機組 AP1000 最大、噸位最重的 CA20 模塊成功吊裝就位，成功掌握第三代核電 AP1000 的模塊化設計與製造技術並實現模塊化建造。2009 年 12 月 21 日，三門一號機組 AP1000 核島鋼製包封容器(CV)底封頭(BH)成功就位，率先攻克第三代核電 AP1000 核島鋼製安全殼成套製造技術並為世界上第一台 AP1000 機組供貨。2013 年 4 月 7 日，三門一號機組主冷卻劑管道 A、B 迴路 6 根管段所有焊口完成 100%厚度實體焊接，標誌著主管道焊接全部完成，成功掌握了第三代核電 AP1000 主管道製造關鍵技術並為世界上第一台 AP1000 機組供貨。未來將致力於三門一號機組於 2015 年並聯發電，海陽一號機組則預定於 2015 年後併聯發電。

目前該公司 AP1000 依託項目 4 台機組核島設備平均自主化約 55%，到第四台機組達到 70%。茲因第三代核電設計壽命由 40 年提高到 60 年，對設備母材及焊材的性能、整體加工精度、包裝運輸及保存等環節都提出更高的標準要求，因此一旦遇到了問題，需花時間研究與解決，致此影響工期是難免的。

大型先進壓水式反應核電廠重大專項是中國大陸「中長期科學和技術發展規畫綱要」安排的 16 個科技重大專項之一，目標是實現 AP1000 全技術國有化，再進一步開發具有大陸自主知識產權的大型先進壓水式反應爐核電技術，已建成 CAP1400 示範工程。

CAP1400 採取提高安全性、改進經濟性及優化環境相容性等三個優化措施，中國大陸於 2010 年完成了 CAP1400 示範工程概念設計，並通過中國大陸國家能源局組織專家審查 2011 年完成初步設計，2013 年 5 月通過國家能源局組織要求的整體、系統、設備、安全與環保、電器儀控、施工組織設計、技術經濟等七個專業的專家審查，截至目前為止，CAP1400 施工設計已完成 50% 以上，已具備於 2014 年開工的條件。中國大陸預計於 2014 年 4 月進行示範工程計畫開工，2018 年底併聯發電，後續將廣泛展開國際合作，藉由國際專家經驗交流，讓中國大陸核電技術更具備開創國際市場條件。

心得建議：

中國大陸致力於核能占比可達其電力的 10% 和期望來降低空氣污染的狀況，它對於核電機組完全國產化之企圖及信心令人佩服，惟兩岸國情不同，中國大陸方面將核電工業定為國家重點發展工業之一，從完全技術引進，採邊做邊學，在掌握技術後合作進行，進而自行設計，AP1000 到 CAP1400，即是大陸核電自主的實例，惟目前三門、海陽 AP1000 尚未實際運轉，雖 CAP1400 已積極進行驗證試驗，然安全設計上仍需非常審慎。而在藉由核電工業帶領傳統的鐵工業提高品質精進工藝上，確已有佳績如完成 AP1000 的主管道製造，在鍛造銲接技術即是新突破。報告中也提及南非總理率團參訪，也展現出中國大陸期望藉著 CAP1400 參與國際核電市場競爭的決心。而我國目前採逐步邁向非核家園目標，我國核電機組相關設備大多仰賴進口，致核能產業無法壯大，考量我國民情及政策，確保核電安全仍為首要，然仍應掌握國際間之進展，俾更提升安全。

(四) 華能集團核電產業發展及高溫氣冷堆工程建設實踐

報告人崔紹章為中國大陸中國華能核電開發公司副總經理，報告內容包括集團簡介、高溫氣冷堆的主要技術特徵、高溫氣冷堆示範工程進展、華能集團核電管理實踐

及產業發展。

華能集團成立於 1985 年，是以發電為核心，煤為基礎，金融、科技、交通運輸等產業協同發展之綜合能源集團。截至 2013 年 9 月底，華能發電總裝機 1.39 億千瓦，居亞洲第一，世界第二，煤炭年產能 8044 萬噸，資產總額 8128.1 億元人民幣，2013 前九個月的營業總收入為 2109.04 億元人民幣，列「財富」世界企業 500 強中之第 231 位，其業務分布於全中國大陸 29 個省份以及四大州 6 個國家。在核電領域，華能集團建設世界首座模塊式高溫氣冷式反應爐核電廠示範工程，透過產學研結合，不斷推進能源技術創新。

高溫氣冷式反應爐示範工程採用的球床模塊化高溫氣冷式反應爐是國際核能界非常關注之先進反應爐型式之一，燃料採用全陶瓷顆粒球形燃料元件，可承受 1620 °C 的高溫，具有優異的高溫阻擋放射性衰變產物釋放的能力，在各種極端情況下，燃料元件最高溫度均不會超過安全現值，不會產生爐心熔毀與大量放射性物物質外釋的事故。

中國大陸於 2007 年 1 月，由中國華能集團公司、中國核工業建設集團公司、北京清華控股有限公司共同出資組建華能山東石島灣核電有限公司，負責高溫氣冷式核電廠示範工程建設與營運管理，至 2012 年 12 月初，獲得中國大陸國家發改會可研發批復文件和國家核安全局核發建造許可證，於同年 12 月 9 日示範工程澆注核島廠房第一罐混凝土，工程正式開工建設。

參照國際原子能總署(IAEA)最新標準「GS-R-3：設施與活動的管理體系」，構建核電管理體系；制定「核電人材隊伍建設規則(2009-2015)」，在適當引進高端人材與自主培養，實踐鍛鍊相結合的原則指導下，加強與中國大陸境內外企業合作，迄今核電專業隊伍已接近 800 人；在經過不斷實踐卓越核安全文化的核心理念，集團公司通過不斷開展豐富的宣傳貫徹實踐活動，倡導共同願景，培育共同價值，以核安全文化為核心的優秀核電文化已基本成型。

在產業發展部分，華能集團積極參與中國大陸國內外核能領域活動，先後成為大型先進壓水式反應爐及高溫氣冷式反應爐核電廠示範工程重大專項領導小組成員單位，同時做好高溫氣冷式反應爐產業化發展和大型壓水式反應爐核電廠開發建設工

作。配合中國大陸規劃之重大專項支撐下，積極創立高溫氣冷式反應爐核電技術和管理標準，推進高溫氣冷式反應爐核電廠專業發展及應用，實踐「走出去」的策略。

借助中國核能行業組織及核電企業間展開之同行交流活動，及收集中國大陸內外同行在核電建設和運轉階段的各類事件通報與良好實踐。同時，充分利用 WANO、中國核能行業協會、核學會等平台，加強與中國大陸內外核電企業，科研機構的交流合作，廣泛開展培訓，同行評估等活動，吸收先進經驗與創新成果，拓展合作空間。2009年，中國核能行業協會在開展核電運轉同行評估的基礎上，推出了核電工程建設項目同行評估，並於同年 6 月對高溫氣冷式反應爐示範工程開展了中國大陸內首次核電廠建造階段的同行評估，並在此基礎上發布了「核電工程建設業績目標與準則」。於 2013 年 9 月 1 日，核能行業協會再次對高溫氣冷式反應爐示範工程建設施工階段展開同行評估活動，搭建交流平台協助中國華能集團。

心得建議：

在高性能全陶瓷包覆顆粒球形燃料元件、先進的負溫度係數設計、非能動爐心餘熱排出系統，且技術上不需要廠外應變的優勢下，高溫氣冷式反應爐是國際核能界關注反應爐型式，而中國大陸已完成 10MW 高溫氣冷式反應爐驗證，後續研發進展仍值得關注。中國大陸核電發展上，分從國際間引入，致有俄國、法國、加拿大、美國等不同國家所設計的各類型機組，此對大陸的運轉、維護和安全管理上都增加複雜度，故渠等重視同行評估(同儕評估)，引入經驗來提升核電安全，是重要方法之一，中國大陸核電業者全屬民間企業經營，透過 WANO 組織及中國核能行業協會進行國際與中國大陸其他業者交互審查，經驗交流以提升核電安全及核安文化，我國核電業者台電公司亦透過 WANO 組織進行。在日本福島事故後，台灣也進行核電安全總體檢，並也積極進行透過非官方管道請國際原子能總署、歐盟、美國核管會等國際專家學者協助我國審查，進行同儕評估，今年即邀請學者專家依據歐盟同行審查程序及壓力測試規範完成獨立之第三方國際專家審查，確認我國能和歐盟國家採一致性的方法和標準，以及就福島事故經驗回饋所採取之安全強化措施進行評估，此也是引入經驗強化核電安全，確保民眾生命財產及安全之作爲。另外，報告中也提及華能集團派核電事業部組織業務幹部，來台電公司進行核電管理培訓以強化該公司建設運營能力，也希

望今後能與台灣同行進行更多的交流，從此可看出陸方認為台灣在電廠營運和管理上仍屬優異值得學習。

三、「核能與公眾」部分

此議題中，台陸雙方各發表 3 及 4 篇簡報，台方自監管機關資訊公開、電廠附近民眾溝通、至電力公司進行敦親睦鄰之實務內容，進行訊息分享；至陸方部分 4 篇，分別述如下：

(一) 海鹽縣在公眾與核能溝通方面的實踐：

報告人為中國核電城建設辦公室徐瀏華主任，以今年 3 月 31 日廣東江門鶴山核燃料廠計畫遭公眾全力反制，直到 7 月 31 日地方政府中止，作為引言，點出這個事件所帶來大陸在公眾溝通上的 3 個啓示，分別為「應用市場經濟理念和思維處理核能與社區、環境的和諧相處問題」、「科學分析核能布局座落的投資環境，防止被無端政治化、防止被機會主義的招商投資所忽略；同步多廠址競爭」，以及「堅持開放、透明的核安全文化，重視公眾參與、善用新媒體進行有效溝通」。

此後舉秦山核電站所在海鹽縣的溝通實踐內容，說明三大公眾的態度轉變「擔心→放心」、「避核→親核」、及「負擔→支柱」。在此實踐中，徐主任以豐富的內容，分別闡述了和地方公眾的四項溝通作為：

- (1)在科普宣傳中加深了解：用科學知識說理、用監測數據說話、用客觀事實說話
- (2)在溝通交流中釋疑解惑：重要問題深入溝通、重要時期及時溝通、重要對象分類溝通
- (3)在正向輿論氛圍中增進共識：在正確的輿論導向達成共識、以互信支持增進共識、以信息公開形成共識
- (4)創新公眾與核電相互溝通融合的途徑探索：強化宣傳—加快建立比較完整的公眾教育機制、深化共建—切實加強地方與核電的深度融合、借力發展—不斷推動核電關聯產業做大做強

心得建議：

報告人以浙江省海鹽縣地方官的角度報告了自秦山核電基地 1982 年正式啓動建

設以來，地方政府致力於深化核電科普教育的作為，提及用運轉績效來讓民眾安心，退休電廠員工或第二代仍居住海鹽縣的事實-「退不離海鹽、世世代代作核電」，讓民眾從擔心變放心、避核變親核，也不諱言核電廠近 800 億的投資讓一個窮鄉僻壤變富裕，以 2012 年為例，該縣生產投資約 300 億元其中核電約 80 億元占比 27%，秦山核電給付占該縣收入的 28%，且不含 1 億多元教育補助經費，故確實可以看出陸方從「計畫經濟」的方向，因應公眾溝通及資訊公開的要求下，轉而「市場經濟」的思維轉變，儘管起步稍晚，但在規劃和作法上，如秦山核電基地 21 個環境輻射檢測數據公開、建立與地方就重要資訊(運轉、重大活動)的通報、網站設立核安全訊息發布平台等可稱完備，然對照台方經濟環境的完全開放，人民自主意識的大幅抬頭，相較於陸方地區民眾關切自身收入、地方經濟榮景的想法，其中仍有很大的差距。然陸方地方政府積極引進產業、培育當地人可投入核能相關行業，期發展地方榮景，甚為令人稱羨。

再者，台陸雙方都關注到「新媒體」的影響，如海鹽縣於政府網站上開設「核電科普」項目，建立核電宣傳網頁、微博等，廣為宣導核電活動來爭取民眾信任，甚為主動積極。新媒體於核電安全應用是雙方從政府監管單位到營運組織，都必須審慎面對的一項課題，而且「核能」問題的複雜化，不僅止於技術層面，社會議題亦已由地方擴及至全國、國際關係上，如何有更新、更優化的治理策略，仍需持續強化。

(二) 海峽兩岸公眾參與及跨區域核應急合作展望：

中國核集團公司核電部汪映榮副主任先對「中國核集團」在大陸核電事業的發展現況，進行簡介；對於大陸目前核電發展上，所遇到 2 個問題：公眾溝通、跨域應變，也有分別闡述：

- (1)公眾溝通參與的重要性：同樣以廣東江門核燃料廠抗爭事件開始，陸方亦重視核能議題，必須透過良好的公眾溝通和公共參與，才可能達到核能順利發展的目的。
- (2)跨域應變：參考法國「二條主線、二級管理」的應變管理體系，應用於中央政府、地方政府、核設施營運之三級管理模式，分層負責應變工作。

汪副主任表達因 2011 年兩岸已簽署「海峽兩岸核電安全合作協議」，在此協議架構下，於報告中亦提出兩岸應變合作上的期許，包括「建立兩岸跨區域的應急聯動

制度」、「構建兩岸跨區域核應急預案體系」、「健全公眾參與機制」、「建立信息溝通渠道」、以及「建立兩岸間人力資源和物資保障機制」。

心得建議：

就簡報中說明的陸方應變體系，大致上與台方相同，也是由中央、地方、核設施三個層級來構成應變體系，同時在重大事故發生時，應變指揮體系由管制機關提升至中央應變中心，而陸方在此部分，並未詳細敘明。而汪副主任提及的訊息通報已在「海峽兩岸核電安全合作協議」下，並每季進行傳真測試，而兩岸跨區域的聯合演習，因不屬協議內容，業由議題主持人說明短期內不可行，然在核應急支援技術的提升上則應合作交流。

大陸核電產業的大幅發展，確實為海峽兩岸各方面帶來了不同於以往的機遇和挑戰，如何透過適度的交流與合作，形成優勢互補、資源分享的良性格局，應是未來海峽兩岸良好發展的原動力。

(三) 福島事故後的新聞宣傳與公眾溝通：

報告人為中國廣核集團文化宣傳中心範興來品牌管理經理，範經理是媒體公關工作者出身，所以透過福島事故的發生後、目前、未來時序上，並引用新聞傳播的概念，來闡述中國廣核集團所作的宣傳公關工作。

- (1)在福島事故發生後：以電廠營運單位而言，該集團啟動集團的應變預案(計畫)，成立工作小組，建立日常工作機制和緊急事項處理機制，開展應對工作；同時密切掌握福島事故最新進展，及時了解國內媒體、政府、公眾和各核電營運機構的關注重點，每日發布2次事故監測報告；並與政府、媒體、周邊社區等利害關係人溝通，以客觀、理性的態度持續關注事故原因，以及集團內的機組安全性分析。期間還出版「核電安全知識手冊」隨「南方日報」免費贈送70萬冊。
- (2)當前：引進運用國際先進的傳播理論和方法，堅持開放透明，建立公眾溝通體系，以多角度、多方位開展新聞宣傳與公眾溝通，以履行企業的社會責任。在策略上，則以「對誰說、說什麼、怎麼說」的主軸來執行溝通。
- (3)未來：對於該集團未來在溝通工作上的期許，則是以「善用自然的能量、清潔能

源讓天更藍水更清」來闡述低碳能源對環境的重要性，以及「公開透明的社會責任」，強化資訊公開透明、面對各利益關係人揭露社會責任資訊，來突顯集團的透明度和實踐情形。

心得建議：

就電廠營運者而言，適度引用新聞傳播及資訊傳遞的技巧，可以讓相關利害關係人在訊息對等、透明信任上取得較好的回應，這應是中廣核集團聘請媒體人加入宣導工作的原因，而在國外也甚多核電廠的公關人員也具媒體工作經驗，因溝通宣導不僅屬專門的領域且需具高 EQ；經由此報告除了瞭解中廣核的文宣工作外，也學習到溝通宣導作法。同時，以大量數據化的工作成果，來突顯在溝通工作上的投入及產出，確為說服外部、進而認同的一項良好策略。

中廣核集團在新聞宣傳和公眾溝通上，可清楚看到著力，在擴大認識核能傳播上有二項做法，分為：(1) 強化新媒體能量：運用開通集團、大亞灣核電、紅沿河核電、寧德核電、中廣核風電等官方微博，組織了 20 多名各領域專家組成了官方微博專家互動溝通支持團隊。(2) 微旅遊新體驗：邀請網友參訪核電廠且進行微博直播，將核電溝通升級為輕鬆、休閒的體驗式溝通。雖然紅沿河電廠於遼寧商場設立科普中心，且以「鄰居就是家人」的理念來進行電廠周邊及社區發展的民眾溝通，惟秦山核電廠科普中心設於電廠區內，而電廠與外圍的民眾生活圈有相當區隔，尚需透過申請管道或安排，一般公眾應不易進入，再者對於地方公眾的溝通工作，除資訊公開外，對於敦親睦鄰或面對面溝通工作，並未清楚見於報告之中。

(四) 政企互補科普聯勤、促進公眾核電認同：

由秦山核電集團錢金標黨委副書記報告，說明中核集團在科普傳播上的工作，包括與浙江科協會、能源局和環保廳策劃相關活動，由秦山核電基地與三門核電配合實施。出版科普書籍及影片、辦理核電科普夏令營、微旅遊等電廠參訪、邀請中國工程院院士、能源所所長上訪談節目、核能科普巡展、核能知識競賽等資訊傳遞上所執行的情形，同時說明 1~6 月間透過專業調查團隊，對所在浙江省海鹽縣、三門縣及臨海縣，進行公眾核電認知水平的研究調查。

檢視該集團在地的科普宣傳，以「清潔核能助力兩富浙江」為主軸，說明該集團

核電基地助益地方財政，以及社會責任，期望使浙江物質富裕與精神富有。

心得建議：

就科普傳播的策略和作法上，台陸雙方大致相同，惟推動單位陸方以電廠營運機構為主力；同時以地方深耕而言，舉秦山核電站對海鹽縣地方財政貢獻為例，建設初期前 20 年，海鹽生產總值從 3.1 億提升至 110.8 億人民幣，近 35.6 倍，而地方財政收入從 3,519 萬提高到 3.47 億人民幣，提高了近 10 倍，讓海鹽縣 5 次列入大陸全國百強縣之列，而核電系統的貢獻，就占全縣 GDP 約 34%。

核電廠這類的公共建設，能否應政策而順利推展，有很大一部分需要當地的支持，而支持的原動力，地方發展的遠景、居民經濟的提升確實攸關，然以科普深耕，讓民眾認識核能的利弊俾加以選擇實更屬重要，以陸方在大力發展核能的態勢下，核電廠營運單位仍將科普視為「一號工程(首要工作)」來推廣，積極贏得社會組織和地方政府的認同，作為企業責任長期地關注和落實，並且於既有的民眾溝通經驗基礎下，制定「2013~2015 年核電科普宣傳行動計畫」讓中國核電各成員單位在彼此的宣傳網絡上一起施行，也可讓人感受到民意支持之重視。福島事故後，台灣民眾對核安疑慮加深，更是需要進行民眾溝通，而透過科普及校園深耕也應屬重要工作，俾利清潔安全的能源政策之推動。



圖 4 核能科技協進會黃董事致詞



圖 5 研討會一隅



圖 6 鄧文俊科長擔任核電安全議題共同主持人



圖 7 陳文芳副處長擔任核能公眾溝通議題共同主持人



圖 8 會場交流討論



圖 9 本會同仁報告情形

第四章 參訪紀要

研討會結束後，主辦單位安排與會人員進行兩天的參訪行程，第一天在浙江省海鹽縣參觀秦山核電廠，第二天繼續前往上海電氣集團公司參訪，實地了解大陸核電廠及核工業設備製造的發展情況。茲就參訪活動內容摘述如下：

一、秦山核電廠



圖 10 秦山核電基地

秦山核電基地位於中國浙江省海鹽縣秦山鎮，緊鄰杭州灣，地處長江三角洲，也處於華東電網的負荷中心地區，是中國核電的發源地，秦山核電基地目前共有 7 台運行機組，分三期建造，裝置容量為 430 萬千瓦，在組織結構上分為 3 個主體。一期工程正擴建中，2 台 100 萬千瓦機組正在興建，全部建成後，總裝機容量將達到 630 萬千瓦。秦山一期 30 萬千瓦是採用壓水式反應爐，於大陸核工業部主導下自行設計、建造、營運及管理的第一座核電機組，至今已安全運轉 22 年。秦山二期為 65 萬瓦壓水式反應器，共有 4 個機組，分別在 2002 年、2004 年、2010 年及 2011 年併入華東電網、正式商轉。秦山三期為 70 萬瓦的重水反應器，與加拿大合作，共有 2 部機組，分別在 2002 年、2003 年商轉，其中 1 號機曾創下連續安全運轉 468 天的紀錄。

秦山核電基地係由中國核工業集團下的中核核電運行管理有限公司負責運行管理，該公司於 2010 年 9 月成立，2010 年 1 月正式運作，計約有員工 3600 人，下設一、二、三廠，八個專業中心和八個直屬處室，負責秦山 7 台機組的運行管理和 2 台興建中機組的生產準備、設計設備管理和測試等工作。

在秦山核電廠所在的浙江省目前有兩座可為核電廠安全穩定運行提供配套的抽水蓄能電站——天荒坪和桐柏。天荒坪抽水蓄能電站位於浙江省安吉縣，安裝 6 台 30 萬千瓦發電機組，

總裝機容量 180 萬千瓦。桐柏抽水蓄能電站位於浙江省天台縣，安裝 4 台 30 萬千瓦發電機組，總裝機容量 120 萬千瓦

抵達秦山核電基地後，先抵秦山一期展示館聽取簡介，隨後參觀新完成的應變中心，再至觀景平台遠眺秦山三期電廠，並實地參觀海堤加高工程之施作。

在中核集團秦山核電有限公司展示館內，展出相同比例的燃料匣及小型壓水式反應器模型，平時由核電企業舉辦核電科普講座、展覽活動、發放宣傳手冊及製作科普宣導片等方式，加強宣傳核電安全，此展示館即是核電文宣的場所之一。



圖 11 秦山基地簡介

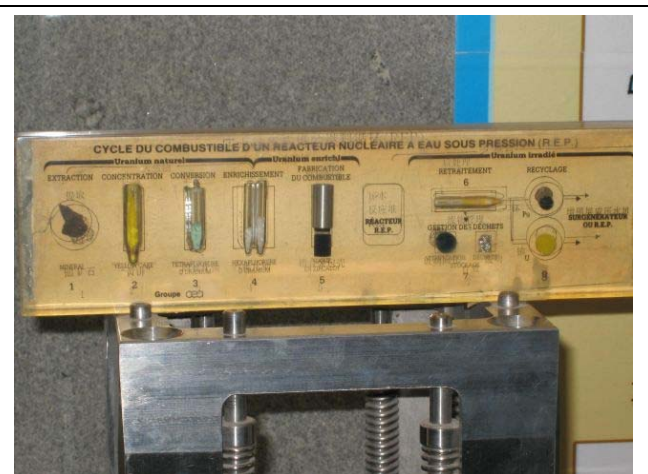


圖 12 核燃料循環介紹



圖 13 壓水式反應器模型

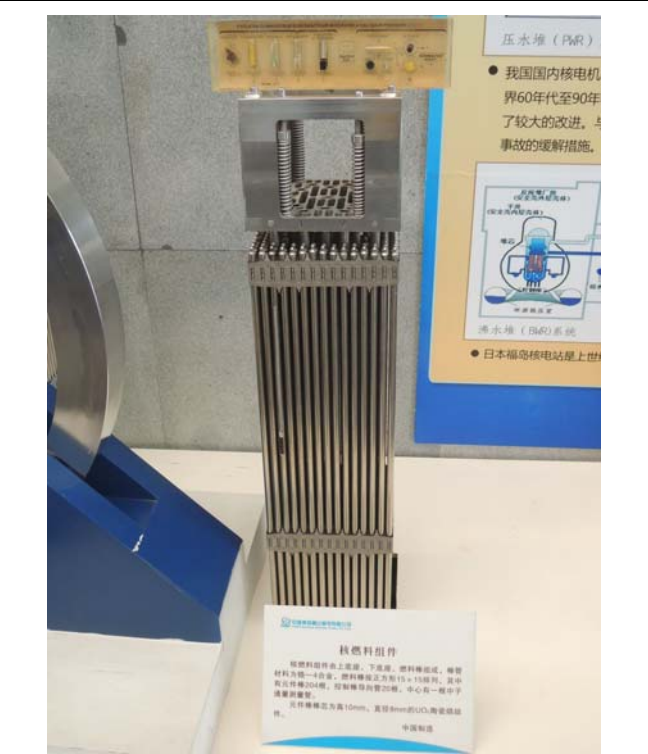


圖 14 燃料模型



圖 15 三廠觀景平台



圖 16 重水反應器解說

(一) 秦山核二廠模擬器中心

為機組運轉員培訓之需，每個電廠都設有模擬器，台方係參訪秦山核二廠的模擬器，據電廠解說員講解，其配置與機組主控制室相同，以符合實景實境演練。電廠人員報考運轉員及高級運轉員需分別具備 4 年及 6 年之經歷及培訓，方得報考。運轉員及高級運轉員考試時，強調團隊合作，兩人為一組，假如其中一個人未通過，即視為未通過考試，兩人都需重考。運轉員執照兩年需更新一次，假如離開工作崗位超過 6 個月需要重新考照。此外，運轉員取得執照後，除需每年再訓練外，並需每年進行身體及心理之檢查，方能持續持有運轉員資格。

另針對模擬器設有錄影監視器一事，電廠解說員解釋係為訓練及考試之需，並說明機組主控制室亦配置有錄影監視器以供管理監督之用，此與台灣核電廠主控制室有所差別，台灣核電廠主控制室並未設有錄影監視器，監控運轉員作業活動。



圖 17 與會人員聆聽解說

(二) 秦山核電新應變中心

有鑒於福島核子事故，加上秦山核電基地之規模，大陸建置第一個軟硬體設備齊全、功能完善、系統先進的應變設施-秦山核電新應變中心，2013年9月18日由中核核電運行管理有限公司正式啓用，建築面積1768.9平方米，佔地面積888.5平方米，包括通風過濾系統、備用電源系統、緊急供水系統、通訊系統及輔助指揮決策系統等。爲了確保遭遇地震、海嘯、洪水等天災，該中心仍能維持正常運作，建置前經過地震、海嘯評估分析。安全重要結構及設備如柴油發電機系統、通風系統等，防震標準與秦山核電廠一樣，以安全停機地震0.15g設計；防海嘯則加高地基2.4米，因此，在參訪前須先爬一小段樓梯，方能抵達，該中心場址距離海平面的總高程爲7.8米。

每個電廠都有各自現場應變指揮部，屬於一級應變，負責廠內緊急事件處理；當事故惡化，可能有放射性物質外釋之虞，將由各廠派員至此中心，屬於二級應變，成立約60人的應變小組，平時應變中心人員編制僅5至6人，負責設施功能之測試維護；若發生全面緊急事故，需要採取民眾防護行動時，將由位在海鹽縣的前進指揮部協調動員，屬於三級應變。應變組織圖如下：

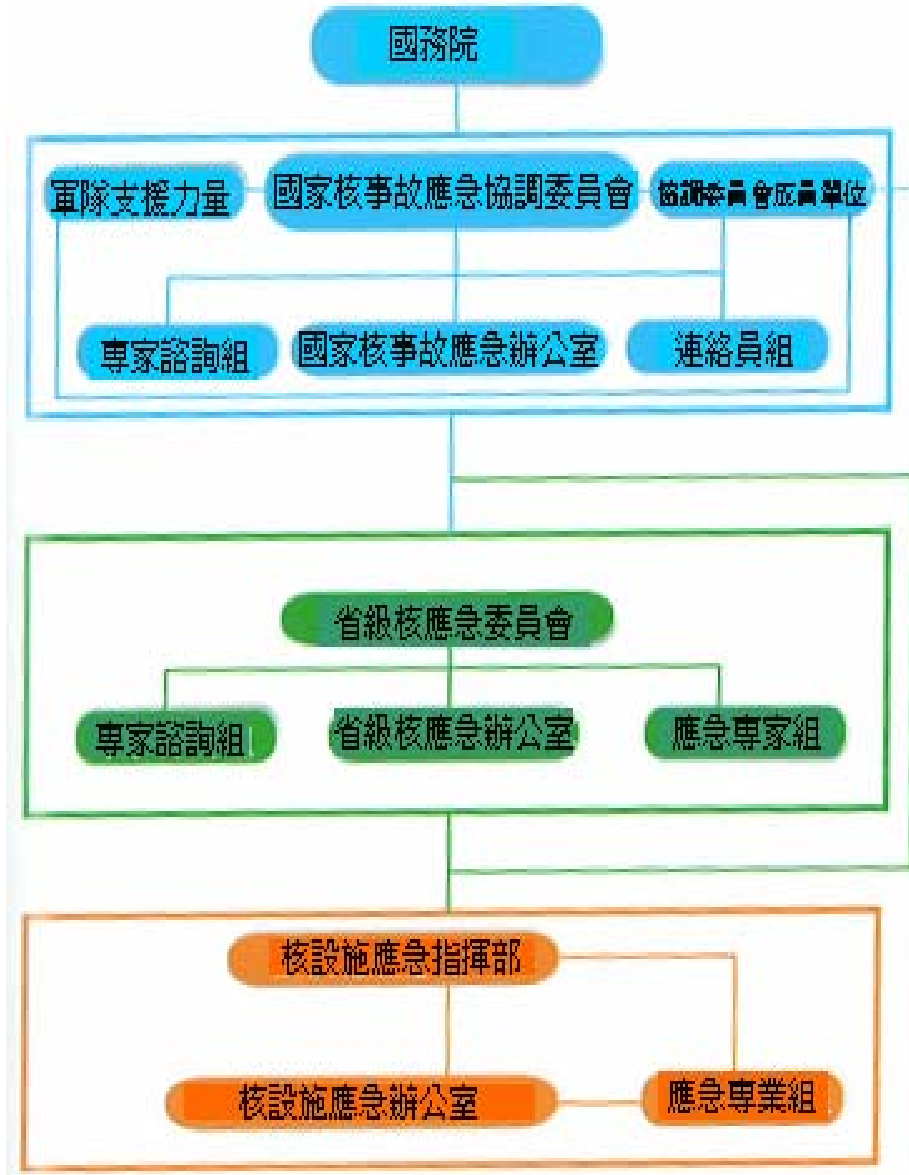


圖 18 緊急應變組織圖

該中心共有三層樓，一樓用以放置 2 台柴油發電機、水箱等設備，柴油發電機儲油量為一星期，水箱的水可供 50 位應變人員生活用水一個月。二樓為應變中心會議室，由應急總指揮等 15 位應變人員坐在中間的 U 型桌，其餘應急專業人員坐在兩側長桌，每個位置均配有麥克風及電腦，會議室正前方有長約 3 米、寬約 1.5 米的電視牆，可顯示反應爐運轉資訊、環境輻射監測數據、場內各監視器畫面及放映簡報等。

在整個秦山核電基地，已設置 13 處 24 小時環境輻射即時監測站，秦山核電新的應急控制中心能獲取中核運行九台機組狀態參數、十三個固定環境輻射監測站數據、二個氣象塔、六個地面氣象站觀測數據，並與各機組主控室、輔助控制室及各電廠運行支持中心、場外應急組織(國家核安全局、國家應急辦、浙江省應急辦、中核集團、中國核電)等建立了通信聯絡手段，可實時傳輸核電廠安全重要參數、輻射環境監測數據至廠外相關部門，通信和供電均考慮了多重性和多樣性。目前該中心已研發民眾防護行動決策軟體，可藉由量測環境輻射劑量反

推射源項大小，並透過線上氣象監測得知風向、風速等氣象條件進行分析，輔助決策系統將提供建議，哪些區域的民眾需進行疏散或掩蔽。



圖 19 核應急響應組織機構介紹



圖 20 新的應急控制中心處長簡報

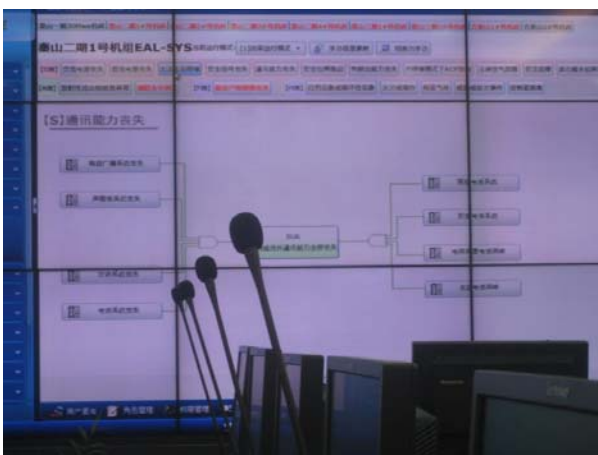


圖 21 電廠機組的數位監控系統



圖 22 13 處 24 小時環境輻射即時監測站



圖 23 氣象線上監測



圖 24 事故後果評估系統

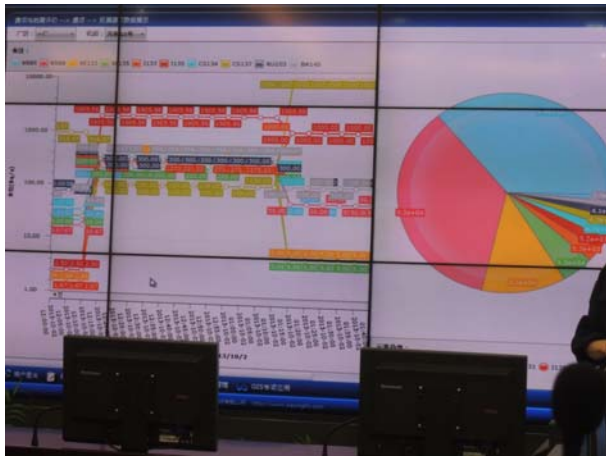


圖 25 反推射源項數據顯示

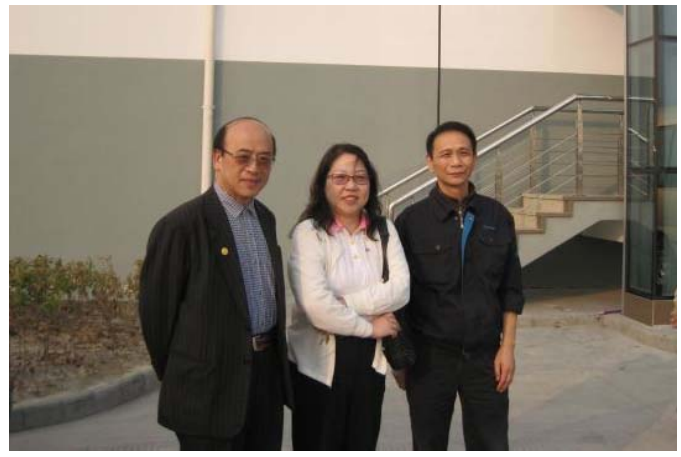


圖 26 台方人員與新應急控制中心處長(右一)合影



圖 27 新應急控制中心會議室全景

意見交流，摘要如下：

編號	問題	回覆
1.	貴中心與電廠的通訊方式除了廣播系統以外，是否有其他多樣性的聯繫方式？	本中心通訊值班需 24 小時輪值，廣播系統可全區廣播或跨區廣播，此外，尚能透過衛星電話、手機等方式與省應急辦、國家應急辦對話聯絡。應變人員皆能接獲系統發布簡訊得知應變資訊。
2.	廣播系統是否有備用電源？可維持多久？	廣播系統有備用電源，可維持 72 小時運作。
3.	移動式監測車 2 台是否為貴中心配備？另外，是否有配備直昇機？	移動式監測車 2 台為中心配備之一，惟直昇機為軍方或警方配備。方才提到三級響應位在海鹽縣的前進指揮部，若發生事故有必要時，將協調直昇機派員。

4.	若發生核子事故，需成立應變小組時，應變人員多久會到?若總指揮未到，怎麼辦?	應變人員皆住在海鹽縣內，若道路沒有中斷，且交通順暢不塞車，20 分鐘內可抵達。若總指揮不在，由副總指揮代理。
5.	核安演習演練頻率為何?	每年至少舉辦一次核安演習演練，而電廠內部則每個月執行單項設備演練。
6.	水箱的設置容量多大?是否耐震?	水箱的容量供 50 位應變人員生活一個月，每人每日生活用水以 20 公升計(採淋浴方式)，飲用 4 公升，另外備用 7 日份罐裝水。本中心水箱、通風系統等設備均採用 SSE 抗震標準。
7.	是否評估過若有輻射外釋之虞，應急中心人員受到輻射劑量?	應急中心有裝置高效率過濾器，可確保人員劑量在事故後 30 天內不超過 20 毫西弗。

(三) 泰山一廠海堤加高工程

在 2011 年 3 月至 11 月大陸進行核電廠綜合安全檢查，由核安全局、能源局、地震局及相關專業領域專家組成審查團隊，依據大陸現行核安全法規與技術標準、國際原子能機構最新發布的核安全標準與福島事故經驗教訓，檢討嚴重事故的預防與延緩能力。檢討結果出爐，改進內容共八項，包括增設移動電源、加強地震監測等短期項目要求，以及秦山核電廠防洪改造、深入評估地震引發海嘯對核電廠影響等中長期項目要求。

秦山核電廠為改進防洪能力，評估超設計基準淹水的場景，以設計基準洪水為情況，再疊加千年一遇的降雨量，評估海水可能到達最高上溯高度約達 10.01 米，將原有的海堤拆除，原地改建，而改建後的海堤有雙重擋牆，分別距海平面 11.4 米與 12.7 米高，兩擋牆之間的路面為電廠員工上下班的主要道，在第一道海堤牆前，分別於緩坡鋪設碎石，陡坡鋪設空心磚及碎石，此外，考量海水越過第二道海堤，擋牆後鋪設 1.4 公噸的空心磚及碎石，並於表層植草，避免海水侵蝕地基掏空。



圖 28 舊海堤拆除



圖 29 新海堤施工情形



圖 30 施工平面圖



圖 31 與會人員聆聽解說

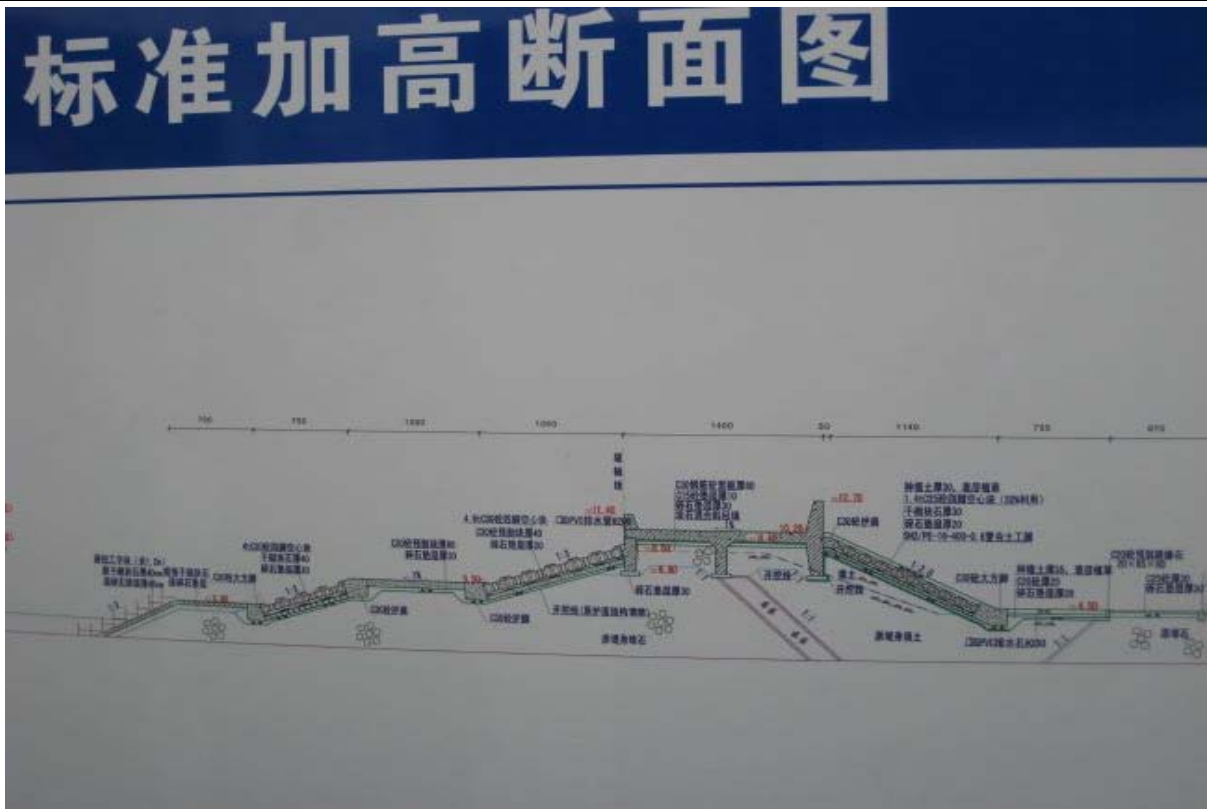


圖 32 海堤剖面圖

二、上海電氣集團公司

11月8日上午赴上海電氣集團股份有限公司參訪，該公司是中國裝備製造業最大的企業集團之一，與東方電氣、哈爾濱電氣分爲中國三大電氣公司，且位居龍首，在"亞洲品牌500強"評選中，上海電氣爲亞洲機械類品牌排名第五名，中國機械類品牌第一名。前身爲上海市機電工業管理局，具有設備總成套、工程總承包和提供現代裝備綜合服務的優勢。主導產品有1000MW級超超臨界火力發電機組、1000MW級核電機組，汽輪機葉片供應、控制棒驅動機構、輸配電、交通車、電梯、印刷機械、海水淡化、起重設備等。核心業務爲高效清潔能源、新能源裝備，能源裝備占銷售收入70%左右。目前已具備第二代及第三代反應器設備製造的能力，現正致力於研究第四代反應器-高溫氣冷堆的設備製造。

上海電氣有閔行基地和臨港基地，閔行基地係初始，土地面積超過5平方公里，工業基礎設施配套完善，具備大型、重型設備運輸的鐵路、水路、公路條件。其中，鐵路線27.3公里，岸線2.9公里，擁有1000、3000噸級碼頭各1座。擁有電站、重工、輸配電、電梯、軌道交通、環保等產業，其中火電設備產量已居世界第一；大型鑄鍛件經過技改擴能，已能澆注最重鑄件470噸、雙真空鋼錠460噸、最重鍛件164噸，具百萬千瓦級核電、火電等大型鑄鍛件製造功能。另一爲臨港基地，從2005年開始建設，總投資超過70億元人民幣，係按照「國際一流，50年不落後」的要求下的基礎設施建設，且爲大陸之特大重新裝備產業發展創造了條件，其中重型廠房起吊能力1400噸，碼頭最大起吊能力1400噸，並建有可靠泊5000噸級船隻的專用碼頭，目前世界第一。臨港基地主要生產百萬千瓦級發電機組部件、二代加和三代核電設備、重型燃氣輪機、百萬千瓦級核電設備部件、煤液化制油裝置發生器、石油化工加氫反應器等等。上海電氣臨港基地，已經成爲大型、超大型設備的誕生地，係大陸積極投入大規模現代裝備製造領域的重大投資。

本次參訪爲臨港基地，分別參觀上核車間、臨港工廠及碼頭，並由該公司倪國平部長引領參訪團聽取簡報。此外，上海市核電辦公室也派人參與討論，並提供發行的「上海核電」(內有台灣核電的發展)，表示對台灣的關切，也詢問龍門電廠的建廠情況及公投議題。經進行雙方意見交流，摘要如下：

編號	問題	回覆
1.	設備製造是否符合 ISO 品質保證?	<p>依循 ISO 9000,14000,18000 等相關規定，由核安全局每年評審後頒發證書，製造範圍均有規範。以核能標準體系採行功能驗證，例如：洩漏率、結構強度、水壓測試等，並且定期派員至美國西屋公司取經。國內有三個研究院分項目承擔細部設計研究，分別為北京的核工業第二設計研究院、上海的核工程研究設計院以及成都的中國核動力研究院。技術驗證部分則由核安全局下的「核與輻射安全中心」執行。</p>
2.	<p>依據美國 NRC 10CFR21 規定，若發生異常事件等狀況必須通報 NRC，大陸是否有依循相關規定?</p>	<p>問題通報分三級，若屬於一級輕微事件不需通報，二、三級則需向核安全局報告。</p>
3.	福島核子事故後，貴公司產業供應量是否下滑?	<p>福島核子事故後，5 大電氣聯署上書國務院總理，表示核工產業的重要性，除須吸取福島的經驗教訓外，建設不能停滯。大陸目前核工產業方向不變，但腳步放慢。</p>
4.	<p>為何說「核電辦」是「電氣公司」的衣食父母?請問「核電辦」扮演什麼角色?</p>	<p>「核電辦」為市政府下的單位，原為秦山電廠工程辦公室，後來改名，成員約 20 人左右，業務如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 與電廠、製造商及地方政府協調、溝通

		<ul style="list-style-type: none"> ● 擬定核能政策願景 ● 發布核電訊息，包括台灣電廠的最新狀況。 ● 培養安全文化(例如：科普教育、人才培育)
5.	請問貴公司除了國內的訂單外，是否有國外的訂單?是否擔心福島事故後訂單數量會減少?	幾乎都是國內的訂單，不過中核集團公司已援建巴基斯坦 30 萬千瓦壓水式反應器，部分設備是由本公司建造的。本公司製造的主泵及壓力容器只做核能工業所需的設備，並堅信核能產業會蓬勃發展。
6.	國內是否有其他同行競爭對手?	國內上有東方電氣、哈爾濱電氣兩家上市公司，東方電氣製造設備與我們類似，而哈爾濱僅製造蒸發器，而我們製造的設備較廣泛。
7.	核工業的設備從設計到建造是否有建立品保的機制?	從設備安裝、設計到建造，都由核安全局嚴密監管，針對重要設備開箱、檢查點都需要依照相關表格查核確認並簽名，平時華北監督站有三人派駐於此，而華北監督本部在北京。



圖 33 雙方面談交流



圖 34 我方人員提問

(一) 核島區及常規島區的工廠

雙方面談後，倪部長帶領本團人員參觀上海電氣臨港基地，該基地從 2005 年開始建設。基地主要生產百萬千瓦級發電機組部件、二代加和三代核電設備、重型燃氣輪機、百萬千瓦級核電設備部件、煤液化制油裝置發生器、石油化工加氫反應器等等。

本次參訪臨港基地主要設備為核電核島區設備(蒸汽發生器、反應堆壓力容器、核電主泵、堆內構件、控制棒驅動機構以及穩壓器)及核電常規島(汽輪機低壓部分、EPR 核電產品等、核電新型管殼式輔助除氧器、核電設備閘門)之建造過程，經上海電氣公司代表之解說，

可以瞭解中國大陸致力於自主化生產核電設備，蓬勃發展核電工業之企圖。

核島區的設備製造須先經電廠自主管理，再由核安局派員檢查；而常規島區僅由電廠自主管理即可。首先，參觀 AP1000 壓力容器內的管板加深技術，可鑽孔達 20,050 個，深 800 mm，孔徑 17.73 mm，此外，壓力容器鋼板製造技術採一體化鍛造，需花費約 6 個月時間建造。後續，參觀蒸氣產生器的支撐器，上面有許多三葉梅花孔，可讓二次側的 U 型管通過。由多孔鑽床先鑽孔再用水刀拉成三葉梅花孔，共經過鑽孔、拉孔、去毛及清理等程序，鑽床設備約 5000 萬人民幣，設備製造間約 20 億人民幣。另外，上海電氣與法國 AREVA 公司合作建造 EPR 蒸氣產生器，約 530 公噸，提供台山核電廠 4 個蒸氣產生器。為因應大陸核電機組現況，不同反應器機型機械建造須依循不同的規定，例如：AP1000 遵循美國機械工程師學會(ASME) 規範；EPR 則遵守法國 RCC-M 規範；其他大陸自主設計反應器的建造規範現正起草，預計於 2017 年完成。

緊接著參訪常規島設備製造區，為了安全考量，女性或長頭髮的男性進入該區域都需佩帶帽子。倪部長帶領參訪團分別參觀汽輪機與發電機轉子，轉子葉片由無錫集團提供，低壓汽輪機轉子總長 7 米、發電機轉子總長 13 米，一年產量為 24 台轉子，每次核電廠大修會將轉子的使用情形回饋給西門子。後續，參觀發電機組裝坑道，該坑道用以將轉子定位，該組裝室對空氣溼度有嚴格要求，組裝人員需全付武裝換鞋套、換工作服等。待設備組裝完成尚需經過機械部分熱測試，包括絕緣、熱帳冷縮等。最後，倪部長帶領全員參觀上海電氣專用碼頭，可停泊 5000 公噸船隻，最大吊運能力達 1400 公噸。參觀上海電氣公司部分，則發現目前華北站派有 3 位駐廠監管員執行核安全設備製造作業之檢查，其檢查並設有停留查證點；若有重要不符合事件，亦須通報華北站。



圖 35 大陸自主設計蒸氣產生器

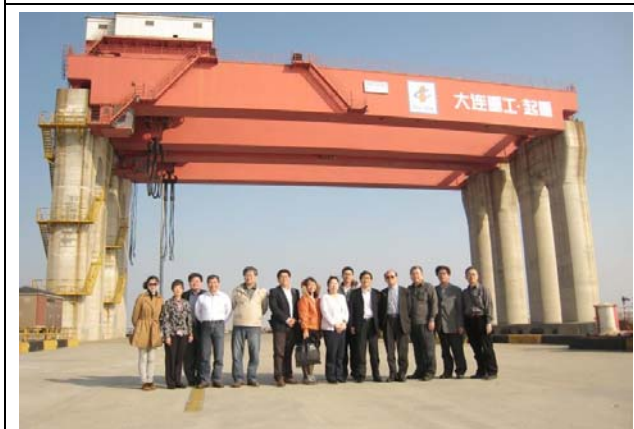


圖 36 上海電氣專用碼頭



圖 37 上海電氣臨港基地

三、參訪「華南核與輻射安全監督站台山現場監督組」及台山核電廠

大陸之國家核安全局的職責同於我國原子能委員會，下有三司分為核電安全監管司、核設施安全監管司及輻射源安全監管司，並下設華北、華東、華南、東北、西北核與輻射安全監督站，和核與輻射安全中心、輻射環境監測中心。

因本次參訪台山核電廠，故拜會「華南核與輻射安全監督站」，該站現有 48 名員工，編制上為 55 名，員工皆甚為年輕，35 歲以下有 40 人，具碩博士學位者為 17 人。該站於 1986 年核准成立當時名為「國家核安全局廣東核安全監督站」，1998 年因國家

核安全局與國家環保局合併為國家環保總局，故更名為「國家環境保護總局廣東核安全監督站」，成為國家環保總局的派出機構。2006年隨監督範圍擴大為華南五省，並增加核技術利用、輻射環境監測等監督功能，改為「環境保護總局廣東核與輻射安全監督站」，於2008年成立環境保護部後更為「環境保護部廣東核與輻射安全監督站」，於2010年名稱終確定為「華南核與輻射安全監督站」。監督站對應局本部執掌，設有核設施監督一、二處和核技術利用監督處、輻射與環境監測與督察處4個業務處。核設施監督一處負責運轉中核電廠和核電廠以外反應器的核安與輻安、輻射環境管理和緊急應變整備工作的日常監督；核設施監督二處則負責興建中核電廠部份。核技術利用監督處負責核技術利用計畫的輻射安全、輻射環境管理及應變之監督，輻射與環境監測與督察處負責輻射環境監測工作的監督及必要的現場監測、採樣與分析，同時督察地方環保部輻射安全和輻射環境管理工作。

該站負責湖北、湖南、廣東、廣西、海南五省區域內的核和輻射安全監督工作。目前監管大陸裝機容量最大的大亞灣核電基地6台百萬千瓦級核電機組和2013年方裝填燃料的陽江核電一號機的運轉；深圳大學校園中的微堆也是由該站監管。對興建中的核電廠監督部分有10台機組，分布於廣東、廣西和海南4個核電基地，分別是陽江電廠4台、台山電廠2台、昌江電廠2台和防城港2台。同時還負責總活度達891居里的2243顆第1類射源的安全監督，和大亞灣核電基地內中低放射性固體廢棄物處理場的安全監督。

到華南核與輻射安全監督站台山駐廠辦公室後，為了解首次採用EPR型機組台山核電廠在建造過程和監管時所面臨的問題，及知悉的工作同仁並未參加此次於蘇州舉辦的研討會，討論前先分享了之前於研討會上知悉AP1000反應爐的建造發展及面臨的落後因素。內容為：國際間有8台機組，分為美國的Vogtle、VC Summer核電站各2台機組及大陸三門、海陽4台機組，而且大陸的AP1000在工程進度上雖屬領先，惟已較原訂定工期落後。影響工期的因素，來自三方面：(一)是設備訂單式製造帶來的問題，因設備製造的不符合需處理致影響工期，此屬核電項目的共同性問題。(二)是新型號首台機組的共同性問題，首台機組在建造過程中到的難題，通常要遠遠多於後續批量化機組，主要有設計變更問題、標準規範的適用性問題等等。(三)是三代核電技術要求提高及AP1000的特殊設備（屏蔽泵、爆破閥，等）給首台機組增加了額外難度。而設計壽命由40年提高到60年，對設備材質及焊材的性能、加工精度、安裝工藝等環節提出了更高的要求。致使設備製造企業面對新的，更嚴格的要求，要有一個適應和提高的過程。遇到了問題，需要花時間研究和解決，就難免會影響工期。

分享 AP1000 落後因素後，華南站的同仁也告知台山電廠建廠所面臨的狀況，並表示台山的商轉日期可能會延後，也詢問台灣龍門電廠的建廠及安全監管的情況。



台山核電廠興建中核電機組之現場核安監管工作，目前由國家核安全局(NNSA) 派出機構「華南核與輻射安全監督站」負責，「華南核與輻射安全監督站」並於台山核電廠設有「台山現場監督組」，並配置 4 位駐廠監督員，執行駐廠視察工作。

台山現場監督組依 NNSA 制定之「核安全日常和例行檢查備選項目清單」及「土建和安裝階段專項監督備選項目清單」規劃每月工作計畫。每月工作計畫包含「參加會議」、「日常監督」、「例行檢查」、「非例行檢查」、「控制點釋放檢查」、「培訓學習」等。專項監督部分，土建施工項目監督部分，包含「核島基礎混凝土施工」等 6 項，設備安裝施工項目監督部分，則包含「反應器壓力容器安裝」、「蒸汽產生器安裝」、「控制棒驅動機構安裝」、「調壓槽安裝」、「安裝清潔度控制」及「1E 級電纜」等，各類項目並訂定子項目供查證參用，例如「1E 級電纜」就包含「電纜敷設」、「電纜端接」、「電纜連線」等。日常和例行檢查項目則含蓋「質保大綱執行的有效性及管理部門審查」、「組織機構」、「文件記錄管理」、「人員資格和培訓」、「設計控制」、「採購管制」、「承包商管理」、「大件吊裝和現場運輸」、「材料和設備的驗收、貯存和保養」、「場地管理和清潔度控制」、「工藝過程的控制」、「檢查和試驗控制」、「不符合項的檢查」、「質保

監查和監督」、「營運單位報告制度執行情況」、「經驗回饋和持續改進」、「建造事件報告的調查」、「核安全管理要求的落實情況」等 18 項。

本次參訪經由簡報和座談，對華南核與輻射安全監督站的工作有較深的認識，也基於台方人員同屬電廠視察人員，並在「華南核與輻射安全監督站」要求下，由原能會核管處郭獻棠簡報「龍門核電廠式運轉的測試管制」分享視察經驗。於參訪華南核與輻射安全監督站及台山現場監督組時，發現其駐廠監督員會參加設計管理、施工管理、調試週會及品保月會，瞭解設計、施工、測試及品保相關作業；此外，監督組亦會每月與電廠、承包商開會，會上會針對視察發現問題進行討論並作成會議紀錄，就列管事項進行追蹤管控。



圖 39 參訪華南核與輻射安全監督站

台山核電廠位於中國廣東省珠江出海處，距離珠海、陽江、台城的直線距離分爲70km、80km、40km，建廠初期時的人口調查5km內人口數爲1015人，屬窮鄉僻壤的村落。目前正進行2座175萬千瓦之EPR反應器機組之興建工程，預計於2014年進行商轉。台山核電廠爲大陸首次採用EPR（European Pressurized Reactor）型機組之核電廠；EPR型機組爲第3代PWR機組，主要由法國AREVA公司及德國SIEMENS公司設計發展，故以EPR稱之。目前全球有4座EPR型核能機組在興建中，包含法國1部、芬蘭1部及中國大陸2部。EPR型機組之反應爐冷卻水系統採用4迴路設計，除反應爐壓力容器（Reactor Pressure Vessel, RPV）外，設有1個調壓槽、4個蒸汽產生器及4部反應爐冷卻水泵（Reactor Coolant Pump, RCP）。EPR型機組安全防護措施與一般PWR型機組相較，較爲特別者爲第3層安全防護措施-圍阻體，其係採用雙殼架構，內殼爲1.3公尺厚之預力混凝土（pre-stressed concrete）構成，其內壁並覆有密封型金屬襯板（liner）；外殼則爲1.3公尺厚之鋼筋混凝土（reinforced concrete），可吸收大型飛機撞擊之力量。此外，並採用4串安全防護系統之設計，彼此相互獨立並可獨自完成安全功能，以免同時失效而無法發揮安全功能；除可提升安全性外，並可兼顧運轉及維護彈性。

參觀台山核電廠部分，則在台山核電廠人員解說下，參觀1號機反應器廠房圍阻體（含反應爐、調壓槽及蒸汽產生器等安全重要設備）及號稱世界最大的汽機廠房。實地參觀台山核電廠1號機組，其中1號機組的核島土建整體進入收尾階段，反應器廠房不銹鋼水池基本施作也近完成，參訪發現目前電纜尙未進行大量安裝作業，經瞭解得知，由於目前所購置之電纜經管制單位發現有不符規定參雜鹵素，而有於事故燃燒時會釋出有毒及腐蝕性氣體之安全危害，而暫停安裝工作；因此，原訂2014年進行商轉，應會有所延期。此外，參觀圍阻體內部設備，發現設有被動式（Passive）氫氣結合器，經瞭解圍阻體內部共規劃設置47組被動式（Passive）氫氣結合器，有助於避免氫氣燃燒事故。另於汽機廠房參觀時，發現目前興建期間廠房內部並無設置臨時廁所，施工人員如需如廁，必須至廠房外設置之廁所。此與先前核四工程廠房內部設置臨時廁所或尿桶，有所差別，有助於廠房清潔度之維持。

參訪台山核電廠及秦山核電廠時都注意到海水的濁度甚高，顏色皆呈黃褐色，因2個電廠皆位處沖積三角洲處，故上游河水攜帶泥沙所致，然此高泥砂量對電廠的冷卻系統應有影響，秦山核電廠人員也提及需多投入過濾設備，而在台山則於建廠即規劃將引水渠道以隧道方式引入離海岸較遠的大襟島處之清澈海水，詳下圖。

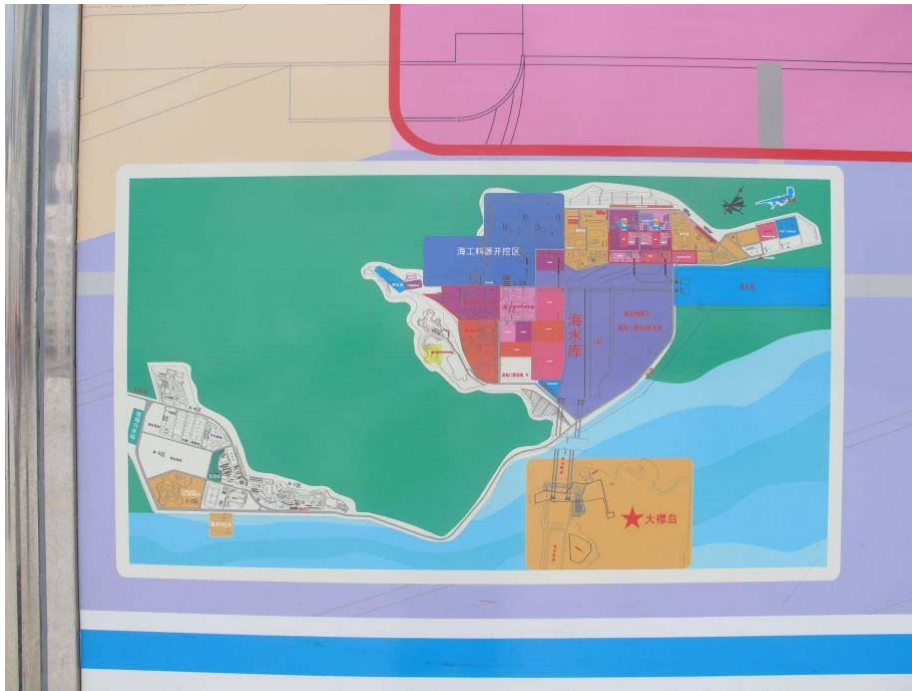


圖 40 台山核電廠引水渠道位置圖



圖 41 參訪台山核電廠

中國大陸核能發電建設從 1980 年代中期開始起步，截至 2013 年年底，全球在建

核電機組達 71 台，大陸在建核電機組數量達到 29 台，占全球在建規模的 40%，是全球核電在建規模最大的國家。於參訪台山核電廠再次感受到中國大陸在核電產業發展上的積極性，並從廠房的標語如「今日的質量(品質) 明日的市場」或礦水瓶上的「與創造者共創未來」都可以感受到中國大陸對「技術自主化」和「海外行銷核電」的企圖心。然因中國大陸的核電機組型式不一，有美式、歐式、俄式等型式，此也增加了核安監管上的複雜度，復因近年來密集的興建核電廠，更造成監管人員的短缺且甚多為新手，故華南核與輻射安全監督站討論時也提及對新進人員係採「做中學」或「老兵帶新兵」的做法，然也因注意到人力培育的重要性，故已於大學院校廣徵人才，且也積極派員海外受訓，然仍缺乏實際經驗，因本次參訪台灣人員有 2 名資深視察員，故中方人員於參訪過程中也把握機會詳細地詢問許多可借鏡的視察重點，且表示未來應增加此類富實質意義的交流，也希望可長期在「海峽兩岸核電安全合作協議」下來落實經驗分享。

第五章 心得與建議

一、福島核事故促使國際核能圈及海峽兩岸更注重安全與相互合作，有助核能安全的提

升：2011年3月11日日本東北大地震所引發嚴重海嘯，進而造成福島核電一廠第一至第四號機之嚴重事故，其影響程度雖重挫國際核電產業，但同時也引發世人對於核電安全程度之關切。基此，我國汲取福島事故教訓，審慎嚴謹推動「核能電廠現有安全防護總體檢」，按歐盟規範要求國內電廠執行壓力測試，並由管制單位完成國家總報告，且邀請 OECD/NEA 與 EC/ENSREG 兩個專家團來台完成「同行審查」；而在核安無國界的思維下，亦順利於 2011 年 10 月與大陸官方簽署「海峽兩岸核電安全合作協議」，開啓台陸兩方以官方溝通管道進行安全交流及事件通報機制，也更促進民間的交流，而從本次研討會的台陸雙方報告，更可體驗到兩岸間無論是管制單位或營運單位都更重視核安，並樂意經驗交流與合作。

二、台陸核能民間團體建構的「海峽兩岸核能合作研討會」平台，可助益雙方核能技術的交流：

本次「2013 年海峽兩岸核能合作研討會」基於兩方交流及共同促進合作，聚集兩岸核能相關機關、組織代表近百人，共同就日本福島事故後的相關整備改善及經驗，核電產業發展現況與核電安全公眾溝通，進行多面向的討論與經驗分享，亦為當前及未來核電技術與安全作為上，建立雙方良好的基礎及發展方向。

三、中國大陸積極發展核能戮力自主化與國際接軌，然核安文化及人才培育需予強化，台灣亦宜積極培育人才，俾繼續核安能量：

從前述參加本次研討會及參訪大陸核電廠及核安監管單位之發現，可知大陸在核電發展上已是正興建核電廠的國家，且一直戮力於自主化技術之研發，而其在過程對安全管制之標準，致力於與國際安全標準或作法接軌，以建立符合大陸國情之核安管制機制，並朝行銷中國核電於國際的目標邁進；中國已和法國共同獲得英國興建新核電廠之建案。而從本次參訪實地觀察與瞭解，發現由於大陸核電發展迅速，吸引許多年輕人進入此行業，惟欠缺實際經驗，更需要核安文化之養成及訓練。而台灣核電對此已累積有數十年之經驗，可作為未來兩岸核安交流之議題，將有助於核安之確保。然大陸也注意到人才

培育之重要，故積極規劃派員海內外培訓，而台灣則因減核氛圍，缺乏吸引人才投入之誘因，然人力培育攸關核安的落實，故仍應長期的規劃和培訓。

四、積極辦理民眾教育溝通：

陸方對今年3月廣東江門鶴山核燃料廠計畫遭地方政府中止引以為鑑，認為應更積極投入民眾溝通，並將科普工作視為企業的社會責任，應長期地關注和落實；故就「核能發電」之宣導溝通，除了強化安全管制作為外，對於核電、能源等利弊教育等，仍應積極推動，包括核工業與在地建設之充分結合；本次在「公眾溝通」議題上，以及參觀秦山核電站等活動中，可以瞭解陸方在此部分所進行的規劃和努力，核設施營運單位並積極投入，同時也獲致相當成果。建議台電公司亦應積極妥適規劃，此對於營造良好的輿論氛圍和社會支持核電發展，應具有一定程度之正面效益。就如同陸方地方官員之比喻，核電是「少數民族」怎可不加強溝通及推廣，讓社會大眾「多數民族」有感和認識。

五、重視地方意見，並與地方共榮：

核電工業或產業之推動，必須與地方發展相結合，不僅促進在地居民對於核工業的瞭解，提供就業機會同時促進地方發展，如同浙江省海鹽縣地方官所言秦山核電基地員工，無論是電廠退休員工或第二代仍居住海鹽縣的事實-「退不離海鹽、世世代代作核電」，此即可讓民眾從擔心變放心、避核變親核。我國目前雖限於相關法規限制，但透過合法預算、回饋機制等方式與地方發展結合，對於核設施所具有的「鄰避效應」，應可獲得相當的緩和，而台電公司員工若能於核電廠周圍鄉鎮「落地生根」，除可更提升應變時效外，也有助民眾核安疑慮的消弭。

六、民眾溝通應始於科普教育的推廣和資訊透明的落實，溝通作為上需重視新媒體能量和強化社群網路之溝通：

核能科技所具有的專業知識，應持續落實於一般民眾的科普知識教育之中，本次活動中可以看到中國大陸對於此部分的推廣深耕，甚至編列計畫來施行。對照下，台灣民眾對資訊的公開透明要求更高，而且台灣在核安資訊公開透明化上，更是略勝一籌，如重要議題之公聽會的辦理，在陸方的報告或回應上都闕如，故為贏得民眾對核安的信任，除加強科普教育提升民眾辨析能力，更應提供透明確實的電廠運轉安全資訊讓民眾無疑慮。同時在部門的業務分工上，應在營運單位及管制單位的資源，讓民眾獲得充分且詳

實的資訊。陸方積極經營邀約微博網路與互動，我國原能會建構核安即時通 APP 都是為了經營網路社群之溝通，而未來更應積極建構平台與廣大的網民和新世代積極對話傳播核安資訊。

七、國際間及中國大陸積極推行小型模組化反應器的概念並投入資金，台灣需予注意：

世界各國正在推行小型模組化反應器的概念，該反應器功率高達 300MWe，體積只有傳統反應器的三分之一，設計上增加其被動性安全，只需透過自然循環冷卻爐心，故比傳統反應器需要較少的組件及安全系統，且容易製造，製造成本較低，適合偏遠地區使用；美國甚至認為可替代老舊的燃煤機組。陸方積極展開國際交流合作，中核新能源有限公司受核安全局委託，評估傳統商用反應器與小型模組化反應器的緊急應變區差異，分析結果指出，傳統商用反應器的緊急應變區為 3 至 5 公里，而小型模組化反應器的緊急應變區小於 0.5 公里。反觀台灣現況，反核民意四起，小型模組化反應器的安全性及經濟性是否能納入台灣未來能源的新選擇，值得進一步思考。

八、精進緊急應變作業場所，讓應變作為更優化：

秦山新應變中心部份，在規劃設置上，場址規劃、通風過濾系統、備用電源系統、緊急供水系統、通訊系統等周全考量，反觀我國在核電安全總體檢時也要求核設施營運單位需強化應變作業場所，皆是為了建構安全高效能的作業環境，俾使人員可安全無虞地救災，未來仍應交流，分享精進作為。

九、持續強化兩岸間的應變整備交流：

大陸核電規模成長快速，於 2013 年修訂「國家核應急預案」來強化核子事故緊急應變，對事故發生時之各級政府權責明確分工，要求具體落實平時整備工作，而本次研討會上，陸方報告中也提及兩岸應建立跨區域的應變聯動制度、救援協議及跨區應變演練，然因非屬「海峽兩岸核電安全合作協議」範圍故不可行，惟思考緊急應變是核能電廠深度防禦的最後一道防線，而經驗與資訊的分享係緊急應變作業整備重要的一環，故需更積極加強緊急事故連繫窗口的互動，訂定平時大陸核電廠輻射監測數據公開與交換機制及核能安全技術交流，俾確保海峽兩岸核安。

附件一、研討會我方參加人員名單

序號	姓名	單位	職務/職稱
1	黃小琛	臺灣核能科技協進會	董事
2	李振甦	臺灣核能科技協進會	董事
3	陳文芳	行政院原子能委員會	副處長
4	鄧文俊	行政院原子能委員會	科長
5	郭獻棠	行政院原子能委員會	技正
6	彭志煒	行政院原子能委員會	科長
7	黃朝群	行政院原子能委員會	技士
8	蔡馥筠	行政院原子能委員會	技士
9	張欽章	行政院原子能委員會核能研究所	副組長
10	苑穎瑞	行政院原子能委員會核能研究所	工程師
11	邱永聰	台灣電力股份有限公司	組長
12	黃耀南	凱技股份有限公司	董事長
13	倪辰華	亞炬企業股份有限公司	副總經理
14	林允超	行家股份有限公司	總經理
15	林暉	行家股份有限公司	資深經理

附件二、研討會議題

第二屆海峽兩岸核能合作研討會議程

2013年11月5日(週二)蘇州吳宮泛太平洋大酒店

時間	報告名稱	報告人	職務	單位
09:00-09:30	開幕式	主持人:協會/趙成昆副理事長 台方主持人:王小琛		
	承辦單位致辭	何小劍	副總經理	中國核能電力股份有限公司
	政府部門致辭	待定		
	主辦方致辭	歐陽敏盛	董事長	核能科技協進會
	主辦方致開幕辭	張華祝	理事長	中國核能行業協會
	議題(一) 核電安全	主持人:協會/		台方主持人:鄧文俊
09:30-10:00	1. 大陸核電廠針對福島事故的安全改進	殷德健	副處長	國家核安全局核二司綜合處
10:00-10:30	2. 核電廠壓力測試報告的同行審查結論與加強安全的舉措	鄧文俊	科長	臺灣原委會核能管制處
10:30-11:00	休息			
11:00-11:30	3. 大陸核電廠的同行評估實踐	龍茂雄	副秘書長	中國核能行業協會
11:30-12:00	4. 龍門核電廠試運轉測試管制	郭獻棠	技正	臺灣原委會核能管制處
12:00-12:30	5. 臺灣核電廠斷然處置措施與演練	邱永聰	組長	台電公司核能發電處運轉組
12:30-13:30	休息			
13:30-14:00	6. 臺灣核電廠 SAMG 和 EDMG 的編制與實踐	邱永聰	組長	台電公司核能發電處運轉組
14:00-14:30	7. 民用核安全設備監管情況介紹	焦殿輝	副主任	環保部核與輻射安全中心進口核安全設備註冊檢驗辦公室
14:30-15:00	8. 福島核事故後輻災應變的強化措施	蔡馥筠	技士	臺灣原委會核能技術處
15:00-15:30	9. 臺灣核電廠安全品質績效考核的實踐	邱永聰	組長	台電公司核能發電處運轉組
15:30-15:45	休息			
	議題(二) 核能與公眾	主持人:協會/龍茂雄		台方主持人:陳文芳副處長
15:45-16:15	1. EPZ 內民眾防護資訊的傳達	黃朝群	技士	台原委會核能技術處
16:15-16:45	2. 海鹽縣在核能與公眾溝通方面的實踐	徐瀏華	主任	海鹽縣核電關聯產業辦
16:45-17:15	3. 關懷核四	歐陽敏盛	董事長	核能科技協進會

2013年11月6日(週三)蘇州吳宮泛太平洋大酒店

	議題(二) 核能與公眾(續)	主持人:協會/龍茂雄		台方主持人:陳文芳副處長
09:00-09:30	4. 福島事故後的新聞宣傳與公眾溝通	範興來	品牌管理經理	中國廣核集團有限公司文化宣傳中心
09:30-10:00	5. 核安管制資訊公開	彭志煒	科長處	台原委會綜合計畫
10:00-10:30	6. 政企互補科普聯動, 促進公眾核電認同	錢金標	書記	秦山核電籌
10:30-11:00	7. 台電公司核電廠的敦親睦鄰實踐	邱永聰	組長	台電公司核能發電處運轉組
11:00-11:15	休息			
	議題(三) 兩岸攜手推動核能產業合作	主持人:協會/		台方主持人:倪辰華副總經理
11:15-11:45	1. 大陸核電廠數位儀控技術的實踐(DCS)	肖玉華	市場總監	北京廣利核系統工程有限公司
11:45-12:15	2. 臺灣核電廠功率提升概況	張欽章	副組長	臺灣核能研究所核工組
12:15-13:30	休息			
13:30-14:00	3. 小型核動力堆的研發	錢天林	總經理	中核新能源有限公司
14:00-14:30	4. 廢樹脂濕式氧化處理技術的實踐	倪辰華	副總經理	臺灣亞炬公司
14:30-15:00	5. AP1000 和 CAP1400 的建設進展	範霽紅	主任	國家核電技術公司科研部
15:00-15:30	6. 中低放廢物管理與減容技術-多功能焚燒爐技術的實踐(設備製造)	黃耀南	董事長	臺灣凱技公司
15:30-15:45	休息			
15:45-16:15	7. 高溫氣冷堆核電示範工程項目進展	待定	部領導	華能集團核電事業部
16:15-16:45	8. 放射性核物料運輸安全管理	林允超 林暉	總經理 資深經理	臺灣行家股份公司
16:45-17:15	9. 臺灣核電廠隔震緊急應變場所設置規劃	廖嶽勳	總經理	益鼎工程股份有限公司
	閉幕式			
17:15-17:30	主辦方閉幕致辭	歐陽敏盛	董事長	核能科技協進會
	主辦方閉幕致辭	張華祝	理事長	中國核能行業協會

江泽民同志题写刊名

上海核電

第 20 期

总第 552 期

上海市核电办公室编

2013 年 11 月 5 日

【简讯】

■ 俄愿意扩大俄中核电站建设领域的合作

应中华人民共和国国务院总理李克强邀请，俄罗斯联邦政府总理德·阿·梅德韦杰夫于 2013 年 10 月 22 日至 23 日对中华人民共和国进行了正式访问。访问期间，双方举行了中俄总理第十八次定期会晤。会晤结束后，中俄能源巨头签署了多份重要合作协议，涉及石油、天然气等领域，同时，电力出口、核电站建设等方面的能源合作也在积极推进之中。

俄罗斯能源部长亚历山大·诺瓦克在新闻发布会上表示，俄罗斯总理梅德韦杰夫称，俄罗斯愿意参加田湾核电站 5、6、7、8 号机组的建设，同时也愿意参与中国其他地区的核电站建设合作项目。诺瓦克还表示，俄中双方一致认为 2013 年俄中能源合作进展顺利，双方在核电、天然气、原油、煤炭和可再生能源等领域的合作取得了突破性进展。

■ 压水堆重大专项科研取得重要进展：AP1000 核岛设计研究课题通过验收

10 月 23 至 24 日，国家能源局核电司在上海组织召开了压水堆重大专项科研课题“AP1000 核岛重大关键设计技术研究”、“AP1000

核岛关键设备设计技术研究”的验收会。验收专家组一致认为：两个课题均实现了合同任务书预定的研究目标和内容，完成了规定的考核指标，同意两个课题通过验收。

■ 第十五届工博会上海核电制造业安全文化讲坛在沪顺利举行

近日，由上海市核电办公室、上海市核学会和上海自动化仪表股份有限公司共同举办的“第十五届工博会上海核电制造业安全文化讲坛”在沪举行。本次活动是 11 月上旬在上海举行的“第十五届中国国际工业博览会”的分论坛，重点关注上海核电制造业安全文化的建设。上海市核电办公室刘伟瑞副主任、上海电气核电设备有限公司总经理助理胡崑分别以《核能安全与利益驱动》和《核安全文化与日常工作》为主题作报告。

■ 上海交大研制仿生机器人可用于核电救灾

10 月 28 日，由上海交通大学研发的具有自主知识产权的“六爪章鱼”救援机器人进行了载人试验。该“六爪章鱼”机器人高约 1 米，最大伸展尺寸可达 2×2 米，由 18 个电机驱动，通过远程遥控使用，能够灵活地沿各个方向稳定行走，速度可达 1.2 千米/小时，负重达 200 公斤。由上海交通大学机械与动力学院重装所研制的这种救援机器人，具有意义重大的使命——在核电站等核辐射环境下进行紧急救灾。它具备深入复杂危险环境的工作能力，可在化学污染、水下和火灾等环境下完成探测、搜索和救援等任务。

在国家“863 计划”主题项目“高性能四足仿生机器人”和“973 计划”项目“核电站紧急救灾机器人的基础科学问题研究”的资助下，高峰教授团队成功研发了两足、四足和六足步行机器人，在并联仿生机构、高功率密度驱动、多轴伺服控制等技术领域取得许多重要成果。

■ 上海中广核核电技术产业研发中心具备投运条件

由上海中广核工程科技有限公司负责规划建设和运营管理的上海中广核核电技术产业研发中心于2013年8月28日正式落成于上海市紫竹国家级高新技术产业开发区内，目前已具备投运条件。该研发中心是中广核集团在上海乃至长三角地区的发展基地和形象窗口。

上海中广核工程科技有限公司是中广核工程有限公司的全资子公司，以“核电技术成果转化及产业化”、“高端非核 AE 工程”、“上海中广核核电技术产业研发中心的资产经营”为三大核心业务，定位于打造“核电及新能源产业链上高端产品的供应商和先进技术的服务商”。上海中广核核电技术产业研发中心将引入中广核 AP1000 设计团队，打造三代设计龙头地位。该中心正吸引一批核电及新能源产业链上的优秀单位入驻，共同组建并打造核电及新能源产业集群。

■ 宝钢特钢实现第三代核电用 690 合金 U 型管坯批量供货

近日，宝钢特钢有限公司承接了 690 合金 U 型管坯订单，开启了国内第三代核电产品批量化生产新航程。此前，宝钢特钢已完成了评定样件的供坯任务和相关质保文件的提交工作。690 合金 U 型传热管样件于今年 8 月顺利通过了相关部门的评审鉴定。

■ 南非副总统“考察” 国家核电 CAP1400

10 月 28 日，正在中国访问的南非副总统莫特兰蒂 (Mr. Kgalema Petrus Motlanthe) 携该国能源部代表团到国家核电技术公司，了解了 CAP1400 的最新进展等情况，并表示对双方合作前景给予期待。

南非拥有全球排名第五位的铀矿资源，不过却饱受缺电之苦，开发核电无疑是一条可行的道路。根据南非 2011 年 3 月制定的综合资源规划方案，其计划至 2030 年将已有的核电装机容量扩大五倍多，至 9.6GW。作为非洲唯一一个拥有核电站的国家，南非仅拥有两台核电机组，总装机 1.83GW，提供了该国 5% 的电力。

■ 田湾核电站 3、4 号机组核燃料供货合同在京签订

10 月 19 日，江苏核电有限公司、中国原子能工业有限公司与俄罗斯核燃料元件公司在北京签订了“田湾核电站 3、4 号机组核燃料供货合同”及“田湾核电站 1~4 号机组反应堆配件（铀材）采购框架合同”。

此次签订的两项合同，是中俄两国继田湾核电站 1、2 号机组核燃料供货合同之后，核燃料领域的又一重大合作项目。合同谈判于 2012 年 2 月启动，至 2013 年 9 月结束，双方共进行了 12 轮谈判。

■ 红沿河 2 号机组首次达到临界状态

10 月 24 日 16 时 16 分，随着硼稀释以及再次提升控制棒，红沿河 2 号机组首次达到临界状态。2 号机组在 2013 年先后完成了冷态试验（2 月 20-2 月 27 日）、热态试验（5 月 10-6 月 6 日）和首次装料（9 月 3 日-9 月 7 日）等重要里程碑，首次临界的成功预示着 2 号机组朝着商运的最终目标作最后冲刺。

■ 中美携手共促亚太核安保 示范中心在京开工建设

10 月 29 日，中国国家原子能机构与美国能源部在京联合举行仪式，共同见证中美核安保示范中心开工建设。中国国防科工局局长、国家原子能机构主任马兴瑞，美国能源部部长莫尼兹出席仪式并讲话。该项目是迄今为止两国政府在核领域直接投资的最大合作项目，计划于 2015 年竣工，主要承担核安保、核材料管制、核进出口管理领域的国际交流合作等。建成后将成为亚太地区乃至全球规模最大、设备最齐全、技术最先进的核安保交流、培训中心，对提升中国及亚太地区核安保水平，推动核安保领域国际合作具有积极作用。

中美核安保示范中心坐落于北京市房山区长阳科技园，配备技术展示培训楼、分析实验楼、科研楼、环境实验室等设施。

■ 国产压水堆核电站数控系统项目 纳入智能装备制造拟支持名单

日前，财政部经建司发布了 2013 年拟支持智能制造装备项目名单，中广核下属的北京广利核系统工程有限公司和阳江核电有限公司的百万千瓦级压水堆核电站非安全级数字化控制系统研发与应用项目（下称“DCS 系统”）纳入了拟支持名单。

为实现国家提出的百万千瓦级核电站“自主设计、自主制造、自主建设、自主运营”的目标，中广核集团已把 DCS 系统列为中国改进型压水堆核电技术（CPR1000）的标准配置。

■ 国内最先进核电燃料元件生产线将投产

目前，国内最先进 AP1000 核电站燃料元件生产线建设工程正在进行设备调试，下阶段将进行产品合格鉴定，随后可正式投产。

2011 年 3 月，中核包头核燃料元件股份有限公司与国家核电技术公司签署了《AP1000 技术分析许可协议》，该公司成为 AP1000 燃料元件制造技术国内唯一指定用户，承担一体化可燃吸收体制造、AP1000 堆芯相关组件制造等核电燃料元件国产化的任务。2012 年 3 月，国家核安全局为该公司颁发“AP1000 核电站燃料元件生产线建造许可证”。项目建成后，其生产能力将能满足今后一段时期内我国核电发展对该型燃料元件的需求。

■ 恰希玛核电站 3 号机组压力容器成功吊装

10 月 24 日，恰希玛核电站 3 号机组反应堆压力容器筒身成功吊装，意味着该机组正式全面进入关键主设备安装阶段。

压力容器作为核电站的“心脏”，是核电站数万套设备中最关键的设备之一。它位于反应堆厂房中心，需承受一回路冷却剂的高温 and 高压，包容和支撑反应堆堆芯，是核电站最重要的一道安全屏障。该设备由上海核工程研究设计院设计，为带保温层的立式圆筒型容器，设计压力 17.16MPa，设计温度 350℃，设计寿命 40 年，由中国第一

重型机械集团公司制造。

■ 俄罗斯拿下约旦 100 亿美元核电项目

约旦核能委员会主席哈勒德·图坎日前宣布，俄罗斯核能公司的子公司——核能建设出口公司成为约旦第一座核电站的战略伙伴、投资者与运营者，建设金额为 100 亿美元。据彭博社报道，项目协议计划在 2016 年签署，约旦拥有 51% 股份，俄罗斯为 49%。

2012 年 6 月约旦中部地区发现 2 万吨储备的铀矿藏，非常有利于约旦发展核能发电。这是俄罗斯为中东地区建设的第二座核电站。据今年早些时候俄罗斯人士透露，在 2030 年前俄罗斯核能公司建设海外核电机组的订单总额将达到 800 亿美元，远超其它竞争对手。

■ 印度最大核电站并网发电 媒体称与总理外访同步

历经多年波折，印度最大的核电站——库丹库拉姆核电站最终于 10 月 22 日凌晨开始并网发电。《印度时报》注意到，这一重大进展几乎与印度总理辛格访问俄罗斯“同步”发生，而辛格在访俄期间寻求与俄罗斯加强核能合作。

印度总理辛格在莫斯科访问期间与俄方商谈了能源合作事宜，希望俄罗斯未来能为印度库丹库拉姆核电站增建两个核反应堆机组。印度核电集团称，根据目前各国核电反应堆机组数量，印度是全球排名第六的核能大国，仅次于美国、法国、日本、俄罗斯和韩国。未来 25 年内，印度还计划将其核能发电份额从 3.2% 提高到 9%。

■ 芬兰 EPR 核电机组建设实现标志性里程碑

日前，芬兰奥基洛托（Olkiluoto）3 号机组反应堆压力容器顶盖安装就位，标志着该机组成为了芬兰首台装备齐全的 EPR 机组，已具备容纳堆芯燃料组件的条件。

奥基洛托 3 号机组是由阿海珐-西门子联队根据固定价格合同承

建的交钥匙工程，投资方是芬兰电力公司 TVO。工程于 2005 年开工，当时设想 2009 年进行启动；但是期间一系列的延误导致机组调试启动时间相应推迟。TVO 方面称，已就该机组可能到 2016 年才能投入运行“做好了准备”。目前 EPR 的在建机组有法国的弗拉芒威尔（Flamanville）和中国台山的 1 号和 2 号机组。

■ 日本就出口核电技术与土耳其签订合作意向

据《读卖新闻》报道，10 月 29 日，访问土耳其的日本首相安倍晋三与土耳其总理埃尔多安举行了会谈，就日本向土耳其出口核电技术达成一致。围绕土耳其黑海沿岸 4 座核电机组建设计划，日本三菱重工等企业与其土耳其政府签订了合作意向书。安倍晋三本次对土耳其的访问是自今年 5 月份以来的第二次，意在推销日本核电技术，这一方式被日本舆论称为“首脑推销”。本次与土耳其的核电合作是日本自福岛第一核电站事故发生以来的首单核电技术出口。

■ 中欧四国领导人要求欧盟支持其核电发展计划

据报道，四个中欧国家的领导人共同告知欧盟，他们认为核能受到了歧视，要求欧盟支持其核电发展计划。

匈牙利总理维克多·欧尔班代表维谢格拉德集团——被称为 V4 的波兰、捷克、匈牙利和斯洛文尼亚四国，在布达佩斯的集团峰会上做出了上述声明。欧尔班在 7 月接替波兰总理唐纳德·图斯克成为 V4 的主席。欧尔班表示，V4 认为欧盟没有对那些希望发展核能的国家给予支持。声明对核能监管过度表示了反对，并要求欧盟对国家拨款的能源相关投资项目的立场进行反思，“因为在我们看来，核能受到了歧视。”所有 V4 国家都计划在未来增加核电装机容量。

■ 英国耗巨资兴建核电站 2023 年将开始运转

近日英国政府与法国电力集团 (EDF) 签订了价值约 260 亿美元

(约合人民币 1584 亿元)的核电站交易，这是日本福岛核事故发生至今，欧洲兴建的首座核电站。据公布的交易情况，EDF 领导的集团将在英国西南部欣克利兴建两座由法国阿海珐公司 (Areva) 设计的欧洲压水堆，造价约 260 亿美元，预定 2023 年开始运转。EDF 将持有 45% 到 50% 承造集团的股权，与 EDF 长期合作的中国广核集团 (CGN) 可能与中国核工业集团 (CNNC) 总共持有 30% 到 40% 股权，Areva 则持有 10%。

在政府的低碳目标和化石能源价格上涨的双重压力下，清洁的核能成为英国解决能源问题的最佳选择。

■ 韩国新古里核电站 3、4 号机组因电缆问题推迟启动

韩国目前在建的新古里核电站 (Shin Kori) 3、4 号机组，因其安全相关的控制电缆未通过质量测试，商业运行时间可能将再推迟一年。近日，该 APR-1400 压水堆的业主——韩国水电与核电有限公司 (KHNP) 发布报告，宣布施工过程中安装的控制电缆未通过阻燃测试和电缆在失水事故 (LOCA) 工况下的性能测试。该电缆由韩国 JS 电缆公司 (JS Cable) 生产和供货。

新古里 3 号机组原定于今年年底投入运行，4 号机组原定于明年 9 月投运。但是，由于需要进行电缆测试，两台机组的运行时间已经被推迟，目前预计两台机组将分别于 2015 年和 2016 年启动。

■ 日本核管局与核能安全组织合并

近日，日本内阁政府批准了一个技术支持组织与日本核管局 (NRA) 合并，此举将极大提高 NRA 的人力资源。NRA 在福岛核事故之后成立，拥有比其前身更为独立的授权。它面临两个紧迫的任务：必须监督福岛核电站的退役工作并处理其他反应堆重启的申请。

日本核能安全组织 (JNES) 并入 NRA 将使得 NRA 在上述工作中获得 JNES 的经验与资源。JNES 成立于 2003 年，是核设施检查与安全分析的专业机构，已经在数月前开始为 NRA 提供支持。

【本期关注】

编者按：随着海峡两岸核能合作不断深入，两岸核能交流领域愈发广泛和深入。事实上，从1990年首批台湾核科技工程人员辗转从泰国来到大陆，就拉开了两岸核能技术交流的序幕，直到现在的核安全技术、核电厂延寿、核技术应用、公众科普、人才培养等内容交流，两岸核能界一直在积极寻求更多的合作机会，共同推动核能发展。本期我们将向大家介绍台湾核电的发展现状、核安全文化建设，以及在与民众沟通方面的经验和做法等。

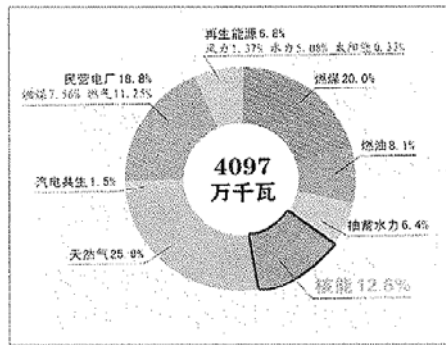
聚焦中国台湾核能发展

■ 起步于上世纪60年代，目前核发电比例已接近20%

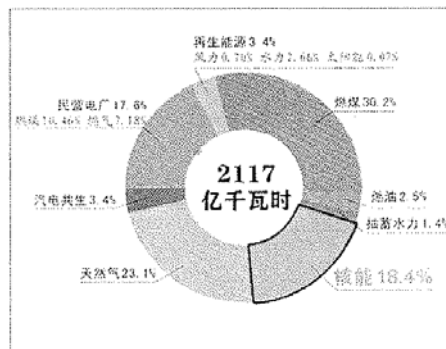
台湾矿产资源缺乏，既无多少煤炭，也缺少石油供发电。虽然岛内有多条可供发电的河流，但受地形、地质的影响，能开发的也有限。为缓解用电压力，台湾在美国的支持下从上世纪60年代开始发展核电，先后建成了核一、二、三厂3座核电厂6台机组，在建2台机组。其中，6台机组采用通用电气的沸水堆技术，2台机组是采用西屋公司的压水堆技术。8台机组均由台湾电力公司负责建造与运营。2010年，台湾6台机组的非计划紧急停堆总次数首次实现零记录。到2012年，核能发电量已经占到整个台湾地区总发电量的18.4%。

台湾核能电厂基本数据表

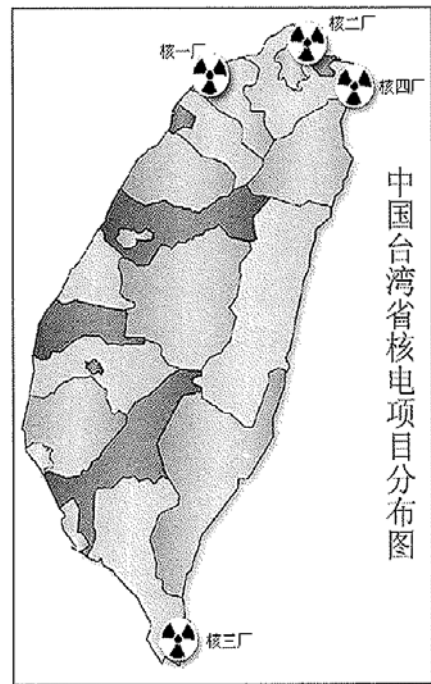
电厂及 机组	核一厂		核二厂		核三厂		核四厂	
	1号 机组	2号 机组	1号 机组	2号 机组	1号 机组	2号 机组	1号 机组	2号 机组
商运 日期	1967.12	1968.07	1970.12	1972.03	1973.07	1974.05	建造中	
反应堆 供应商	通用				西屋		通用	
反应堆 类型	沸水堆		沸水堆		压水堆		先进型 沸水堆	
装机容量 (万千瓦)	63.6	63.6	98.5	98.5	95.1	95.1	135	135



台湾 2012 年各能源类型装置容量占比图



台湾 2012 年各能源类型发电量占总电量比例



■ 建立严格的核安全文化，注重经验反馈、操作员培训、年青人的成长

当年发生的切尔诺贝利核事故引发了台湾民众的反核情绪，同时也让台湾核电工作者深刻认识到必须建立严格的核安全文化，不断提高核电站运营管理等方面的能力。在经验反馈方面，台湾核电厂在安全运行管理中，全面开展经验反馈，并取得了不错的效果，台电核能发电处负责将收集到的美国 INPO、NRC 和 WANO 等机构的事件报告、运行经验等分门别类加以整理，重要案例编制成培训教材纳入核电厂运行和培训计划。各核电厂根据培训对象编制成不同的教材。核电厂还会选择一些经典案例，制成统一样式的表格，经厂级领导核准后，置于规程的最前面，使经验反馈更容易落到实处。对于重要的内部事件要在各个厂进行通报、宣讲，从中吸取教训。在操作员培训方面，

台湾核电厂的操作员每年要接受 120 小时的培训，其中提升专业训练的培训 40 小时，基础知识更新 80 小时。为了进一步提升操作员的值班技能，强化安全意识，各电厂模拟中心还会组织设置各种事故工况场景，开展训练比赛，并邀请核电厂领导以及核电厂以外的人员参加观摩和评估。在年青人才培养方面，台湾政府部门与台电公司制定了相应的措施，以应对人才老化问题。如：台湾当局同意台电公司提前录用人才，不必等到有人退休再补人，解决核能电厂面临的人才断层问题。同时为避免技术断层的危机，针对新员工，核电厂特别制定了导师制度，让担任导师的资深员工能尽己所能地教导新人，协助其职业发展。

部分台湾核能相关机构基本情况表

1	“行政院”原子能委员会	“行政院”原子能委员会（简称原能会），为台湾原子能业务主管机关，成立于 1955 年，目前主要负责核能发电厂、核设施及辐射作业场所的安全监督。原能会内部设有综合计划处、核能管制处、辐射防护处、核能技术处、秘书处、人事室、会计室、政风室，下设有核能研究所、放射性物料管理局、辐射侦测中心等三个单位。
2	“行政院”原子能委员会核能研究所	“行政院”原子能委员会核能研究所（简称核能研究所、核研所）成立于 1968 年 7 月 1 日，是台湾从事原子能、能源开发与辐射应用的专责机构，隶属于原子能委员会。核研所下设三个研发中心，研究领域包括核能安全、核设施退役及放射性废弃物管理、辐射应用、新能源与再生能源及环境电浆五大领域。此外，核研所支持原子能委员会的安全管制。
3	台湾清华大学	清华大学于 1956 年在台湾复校，设有原子科学院，并成立原子科学研究所，是台湾唯一兼备教学与研究的核能科技教育机构，为台湾核能专业人才培养的摇篮。
4	财团法人核能科技协进会	台湾财团法人核能科技协进会成立于 1994 年 6 月，由核能社团法人、民营企业及国营机构捐助设立，旨在落实核能科技发展，推广核能科技应用，加速核能工业发展，促进产、官、学、研、民间的合作与核能安全共识。服务范围包括：办理或从事核能相关业务的专业训练、研究、调查、审查、检查、检证及鉴定等事宜，核能科技服务、咨询及研发成果推广应用，核能科技国际合作、学术交流与技术引进等。
5	台湾电力公司	台湾电力公司（简称台电），成立于 1946 年 5 月 1 日，是一家涵盖发电、输电、配电及售电的垂直整合型综合电力公司，且为台湾地区唯一售电公司，主要发电方式涵盖水力、火力、核能及再生能源等多种电源。

■ 重视与民众的信息沟通，营造良好的发展氛围

在台湾核电的发展历程中，反核运动是不容忽视的重要一环。日本福岛核事故后，“弃核”与“挺核”，成为台湾能源政策争论的核心。2013年2月，台湾宣布“核四”是否续建将由公民投票决定，此外，已经建成投运的核一厂、核二厂和核三厂不再延寿。

在与民众的沟通上，台湾电力公司积累了一些有益经验与做法。如：为了让民众更加了解核能，台电公司在台湾北部和南部各建了一个展示馆，向民众免费开放民众通过这些展示馆可以了解清洁能源、核能发电、射线水平等知识。又如：为求核能咨询透明化，台电公司除了积极开展宣讲沟通外，还参考日本的《电源三法》回馈地方的原则，正式建立了地方回馈机制。根据该睦邻回馈机制，核电厂积极协助当地兴建医疗机构，保护海洋生态，参与古城维护，扶持贫困家庭，希望通过宣讲、沟通、回馈，从而与地方建立共荣共存的关系。

台湾核能科技协进会董事长欧阳敏盛在总结自己几十年与反核民众沟通的经历时说，与民众沟通首先要学会倾听，要学会站在他们的角度设身处地理解问题，消除彼此的距离感；其次要学会“用妈妈的语言”与民众交流，就是说老百姓听得懂的话；最后还应有所坚持，坚持科学与事实。只有这样，久而久之才能获得公众的信任。有了信任，才有了沟通的可能。（来源：《中国核工业》、《中核工业报》等）

名誉主编：吴正扬

主 编：刘伟瑞

编 辑：周 凌

责任编辑：张 晶

地址：上海市武康路 117 号甲

电话：021-62121885

邮编：200031

网址：<http://www.shhdb.gov.cn>



秦山核电应急控制中心

2013年10月



Ⓢ 此材料中包含了中核集团内部信息和资料，仅限于内部交流，未经中核集团书面授权，任何个人和团体不得向第三方传播，中核集团保留所有权利



国家有关核应急控制中心的要求

应急控制中心是应急指挥部在应急期间举行会议及进行指挥的场所。此中心应满足下列要求：



(1) 其位置应设在场区内与核动力厂主控制室相分离的地方；(800米外)

(2) 应保证应急期间的应急人员可以顺利地达到该中心；

(3) 在中心内可取得核动力厂场内重要参数和核动力厂场内及其邻近地区放射性状况信息以及气象数据；

(4) 应具有联络核动力厂主控制室、辅助控制室、场内其他重要地点以及场内外应急组织的可靠通信手段；

(5) 应有适当的措施，长时间地防护因严重事故而引起的危害，确保其可居留性。





功能要求

(一) 应能获得核电厂重要参数和核电厂内及其外辐射性状况的信息及气象数据。应急控制中心应具有对核电厂的制造、辅助控制室及关键重要地点和厂内所应急机构的通信手段，以及实时在地传输核电厂安全重要参数的能力。

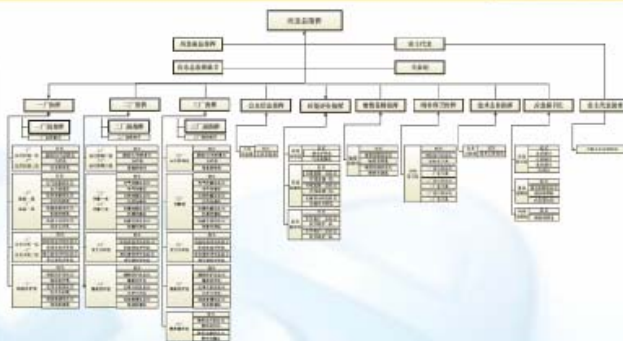
(二) 除非经证明应急控制中心对所有设计的应急状态都能适用，否则应在不大可能受到核电厂有危险点设立一个专用的应急控制中心。其功能基本上应能达到应急控制中心的相关要求。

(三) 应急控制中心应考虑尽可能最佳和可设计的建设。可据事故的评价不应局限于设计基准事故，对事故的严重事故的影响，可参照国际核燃料委员会第100号出版物所荐的参考水平，在设定的持续应急期间内（一般为30天），工作人员接受的剂量不大于100mSv。



存储和布置

- 应急控制中心按厂址所在地区地震基本烈度提高一度进行抗震设计，并按照设计基准地震SL2（相当的地面加速度）进行校核；应具备抵御设计基准洪水危害的能力，在遭遇超设计基准洪水（假想设计基准洪水位叠加千年一遇降雨）的情况下，可参照《核电厂防洪能力改进技术要求》进行防水封堵。



应急总指挥下设应急副总指挥、业主代表、各电厂指挥、电厂副指挥、公众信息指挥、环境影响评价指挥、物资保障指挥、消防保卫指挥、技术支持指挥、应急总指挥秘书、应急秘书长、电厂副指挥、电厂指挥秘书、业主代表助理以及各应急专业组、队。



统筹规划了秦山地区应急响应设施，方家山核电工程子项EM为秦山核电应急控制中心，一厂厂区内应急中心为一厂现场指挥中心兼运行支持中心，二厂EG楼为二厂现场指挥中心兼运行支持中心，三厂技术支持中心事故机组为现场指挥中心，非事故机组为运行支持中心。

秦山核电应急控制中心建筑面积为1768.9m²，占地面积888.5 m²，储油罐占地面积53.76 m²，规划总用地面积为4212 m²。

运行支持中心是在应急响应期间向供执行设备检修、系统或设备损坏探查、堆芯损伤取样分析和其他执行纠正行动任务的人员以及有关人员集合与等待指派具体任务的场所。

运行支持中心与主控室、核动力厂房内的响应队伍及场外的响应人员（如消防队）有安全可靠的通信设备，有足够的空间用于响应队伍的集合、装备和安排工作。

运行支持中心应与核动力厂主控室、技术支持中心分开设置。设置位置在核动力厂保护区内，或在能够快速进入保护区的其他合适位置。

应考虑应急响应期间该中心的可居留性要求。应确定专门用于运行支持中心的可居留性准则。当事故的实际影响使该中心不满足所要求的准则时，该中心的功能应转移到其他场所。



中核核电运行管理有限公司

秦山核电应急控制中心建筑面积为1768.9m²，占地面积888.5 m²，储油罐占地面积53.76 m²，规划总用地面积为4212 m²。



硬件系统

- 应急支持显示系统
- 视频会议系统
- 通讯系统：传真、安全电话、国家二类救灾电话、程控电话、移动电话、电力系统通讯电话、海事卫星电话等
- 应急广播警报控制系统
- 计算机及网络系统

应急响应软件系统

- 工厂安全参数显示系统
- 环境辐射监测数据显示系统
- 气象监测数据显示系统
- 事故后果评价系统
- 应急资源及决策信息显示系统
- 堆芯损伤评价系统
- 源项计算&反演系统
- 指挥流程控制系统
- 应急状态辅助判断系统
- 操作干预水平修正系统

应急能力维持软件系统

- 应急设施设备管理系统
- 应急文件管理系统
- 应急培训管理系统
- 应急演练管理系统



应急广播及声警报

- 新建EM楼的应急广播及声警报系统，将秦山地区一、二、三厂的广播系统进行联网控制，实现在应急状态下，EM楼在地区总指挥的指令下，对秦山地区统一发布应急语音信息及声警报信息的功能；

应急无线及海事卫星电话

- 新建应急无线通讯系统的设置保证在应急状态下，应急人员与EM楼等应急设施内部人员的语音及环境数据的传输。设计2个无线基站，位置分别在二期微波站铁塔和二期BY楼楼顶。两个基站分别覆盖秦山南北侧，最远覆盖范围达10KM，通话覆盖半径超过7KM，基本可实现信号覆盖区域的语音和数据业务。系统配置30部集群终端，5部车载集群终端，7部数据终端，满足应急无线通信需求。

