

出國報告（出國類別：其他）

赴大陸參加第二屆海峽兩岸核能合作 研討會暨參訪上海 Transco 公司

服務機關：核能研究所

姓名職稱：苑穎瑞 工程師
張欽章 研究員

派赴國家：大陸

出國期間：102 年 11 月 4 日~102 年 11 月 12 日

報告日期：102 年 12 月 11 日

摘 要

此行的目的係參加「第二屆海峽兩岸核能合作研討會」，由核能科技協進會與中國核能行業協會主辦，中核核電運行管理有限公司承辦，於今年(102年)11月5-6日在大陸蘇州召開，張員並在此研討會上簡報「台灣核電廠功率提昇概況」，分享本所協助台電公司在國內施行小幅度與中幅度功率提昇運轉之心得。並參加由承辦單位安排於11月7-8日，參觀秦山核電廠與上海電氣公司之活動。此外於11月11日參訪上海 Transco 公司，主要就 GL2003-01 控制室適居性有關控制室包封內漏率之測試，瞭解他們團隊在美國與亞洲核電廠從事測試之實績與經驗，藉由技術討論與蒐集相關資訊，供規劃後續計畫之參考。

目 次

摘 要	(頁碼)
一、目 的	1
二、過 程	2
三、心 得	17
四、建 議 事 項	24
五、資 料 蒐 集	25
六、附 錄	26

一、目的

此行的目的係參加「第二屆海峽兩岸核能合作研討會」，由核能科技協進會與中國核能行業協會主辦，中核核電運行管理有限公司承辦，於今年(102年)11月5-6日在大陸蘇州召開，張員並在此研討會上簡報「台灣核電廠功率提昇概況」，分享本所協助台電公司在國內施行小幅度與中幅度功率提昇運轉之心得。並參加由承辦單位安排於11月7-8日，參觀秦山核電廠與上海電氣公司之活動。此外於11月11日參訪上海 Transco 公司，主要就 GL2003-01 控制室適居性有關控制室包封內漏率之測試，瞭解他們團隊在美國與亞洲核電廠從事測試之實績與經驗，藉由技術討論與蒐集相關資訊，供規劃後續計畫之參考。

二、過程

(一)行程

此次公差由 102 年 11 月 4 日起至 102 年 11 月 12 日止共計九天，詳細行程如表 1 所示。

表 1 公差行程表

行			程		公差地點		工作內容
月	日	星期	地 點		國名	地 名	
			出 發	抵 達			
11	4	一	台北	蘇州	大陸	蘇州	去程
11	5	二			大陸	蘇州	參加海峽兩岸核能合作研討會
11	6	三			大陸	蘇州	參加海峽兩岸核能合作研討會
11	7	四			大陸	蘇州	參訪秦山核電基地
11	8	五	蘇州	上海	大陸	上海	參訪上海電氣公司
11	9-10	六-日			大陸	上海	整理資料
11	11	一			大陸	上海	參訪 Transco 公司
11	12	二	上海	台北			回程

(二)出國紀要

此次公差主要行程分成兩部分：(1)參加「第二屆海峽兩岸核能合作研討會」及大會安排參觀活動，(2)受邀參訪上海 Transco 公司。詳細過程說明如下：

1. 參加「第二屆海峽兩岸核能合作研討會」及大會安排參觀活動

(1) 第二屆海峽兩岸核能合作研討會

此研討會由台灣核能科技協進會與中國核能行業協會主辦，中核核電運行管理有限公司(CNNC Nuclear Power Operations Management Co., Ltd)承辦，於本(102)年 11 月 5-6 日在大陸蘇州吳宮泛太平洋酒店召開，大陸與台灣共計 80 位人士參加。研討會的主要議題包含核電安全、公眾溝通及兩岸攜手推動核產業合作，如後福島事故後安全措施之改善、核電廠斷然處置措施與演練、核電廠運轉與維護經驗交流、福島事故後宣傳與溝通、兩岸核電產業的技術交流等內容，議程如附錄一。張員並於此研討會上發表「台灣核電廠功率提昇概況」，分享本所協助台電公司在國內施行小幅度與中幅度功率提昇運轉之心得。另外參加由大會安排於 11 月 7-8 日安排參觀秦山核電廠與上海電氣公司之活動。

大會開幕由承辦單位中國核能行業協會副理事長趙成昆先生致歡迎辭及主持會議，再由中核核電運行管理有限公司副總經理何小劍先生、我方核能科技協進會董事黃小琛先生(歐陽敏盛董事長因病無法出席)及中國核能行業協會理事長張華祝先生分別致辭。接著開始兩天的研討會，共有 25 篇簡報。

(2) 參觀秦山核電廠

秦山核電站位於浙江省海鹽縣秦山鎮，面臨杭州灣，背靠秦山，距離上海約 100 公里。是中國大陸自己研究、設計和建造的第一座核電站，在經過多次擴建後，目前已發展成為一處大型的核電基地(圖 1)。由中國核工業集團公司(CNNC)100%控股，秦山核電公司負責運轉管理，共有 7 部機組在運轉，總裝機容量為 4100 MWe。秦山一期或稱秦山一廠(圖 2)有一部額定發電功率 300 MWe 的 PWR 機組(CNP300)，1984 年破土動工，1991 年 12 月 15 日併網發電，設計壽命 30 年，總投資 12 億人民幣，其相同機型經改良後亦輸出至巴基斯坦的恰希瑪(Chasnupp)核電廠。從圖 2 秦山一廠右邊的隧道穿過可到達秦山二期與三期(或稱秦山二廠與三廠)。秦山二廠(圖 3)有四部 PWR (CNP600)，前兩部分別在 2002 年 2 月與 2004 年 3 月商轉；另兩部分別在 2010 年 10 月與 2011 年 12 月商轉。秦山三

廠(圖 4 與圖 5)則有加拿大提供的 CANDU-6 重水壓水式機組兩部(每部 700 MWe)，分別於 2002 年 11 月與 2003 年 6 月商轉。秦山一廠旁邊為方家山計畫的機組或稱秦山一期的擴建工程，係中國大陸建造兩部自行發展的 CPR1000 PWR 機組，預定 2014 年完工商轉。

在福島事故後，中核集團對於運行核電廠將採取一些改善措施，包括：核實與統一設計基準；通過加高海堤、設立擋水牆、重要安全功能區域加設防範淹水設施，提高核電站抵抗洪水能力；提高電源多元性和可靠性，增設移動式柴油發電機，作為核電機組備用電源；研究增設非能動消氫系統，防止氫爆；研究增設圍阻體事故過濾排放系統 (containment filtered venting system)，確保圍阻體的完整性；建立緊急應變行動方案；建立和完善嚴重事故管理導則；增設用過燃料池事故後之量測和補水手段等。

此次參觀主要為秦山廠模型展示中心、秦山二廠模擬器(圖 6)、秦山三廠的觀景平台、福島後設置的新緊急應變控制中心(大陸稱新應急控制中心)及加高的海堤。

中國大陸核子事故緊急應變體系分成國家級、地方政府級和核設施營運單位之三級管理體系。秦山廠原在廠區內就有小型的緊急應變中心，福島後增設此新緊急應變控制中心係統一緊急應變體系之管理與運作功能。此中心也是大陸第一個設置的先進緊急應變設施，配備功能齊全的軟硬體、完善的裝備、輔助指揮決策支援系統等。中心的講解人員逐一說明此設施的抗震等級、防洪標準、應急電源系統、通風過濾系統、應急供水系統、應急通訊系統等設計規範及功能，並簡述輔助指揮決策支援系統平台的功能。圖 7 為秦山新緊急應變中心的大型視窗，圖 8 為緊急應變有關設施及救護之位置圖示。

大陸現有沿海核電廠造成淹水的主要因素是洪水、颱風和最大天文潮等因素的組合或加疊而成。秦山廠址周圍並沒有地震活動斷層，外部事件中最大的威脅就是洪水，秦山一廠海堤工程便是專設的防禦設計基準洪水位影響的屏障工程，福島後將海堤從 8.5 米加高至 10.2 米，再修建 2.5 米高的檔水牆，將遠高於錢塘江的海堤，把電廠團團圍住，以防颱風和天文潮，確保在極端自然災害條件下，秦山廠仍然安全。圖 9 為秦山一廠海堤加高之工程圖示，右邊突起的部分則為修建的 2.5 米高的檔水牆。



圖 1 秦山核電基地地理位置

(第二屆海峽兩岸核能合作研討會承辦單位提供)



圖 2 秦山一廠模型



圖 3 秦山二廠模型



圖 4 秦山三廠模型



圖 5 從三廠觀景平台看秦山三廠



圖 6 秦山二廠模擬器



圖 7 秦山新緊急應變中心的大型視窗

(3) 參觀上海電氣公司

根據維基百科的資料，上海電氣集團股份有限公司簡稱上海電氣，其歷史可追溯至 1880 年，是中國大陸機械工業銷售排名第一位的機電裝備產業集團。上海電氣旗下有電站、輸配電、重工、軌道交通、機電一體化設施、機床、環保、電梯、印刷機械等多個產業集團，主要業務是從事設計、製造及銷售各種電力能源設施、機電一體化設備、交通設施及環保系統等產品及相關服務，共有核心企業 60 餘家。並致力於核電、風力發電、再生能源等清潔能源之開發與利用。

核電設備部分主要包括反應爐壓力容器、蒸汽產生器、穩壓器、爐心構件、控制棒驅動機構、汽輪發電機組及主冷卻水泵等之生產(圖 10)。上海電氣也是秦山一廠汽輪發電機組的供應商，同時曾先後承製秦山二廠、巴基斯坦恰希瑪一期、大陸清華大學 10MW 高溫氣冷堆、甯德核電站一期 2 號機組 CPR1000 等項目的壓力容器、蒸汽產生器和穩壓器。

上海電氣在上海市有兩處重型裝備製造基地，即閔行基地(大型鑄鍛件產地)和臨港基地(重型裝備產業基地)。此次參觀臨港基地之廠房(圖 11)，其中車製間廠房的最大起吊能力為 1400 噸，此行看到了 AP1000 壓力容器的鍛件與蒸汽產生器，CAP1000 及 EPR1000 蒸汽產生器與其管板鍛件等之承製，以及正在執行組件水壓測試的狀況。

接著參觀汽輪發電機組的製造廠房，主要產品包括火力發電 300MW、600MW、1000 MW 的低壓汽機，核電 1000MW 等級以上的低壓汽機，以及發電機組。上海電氣主要引進德國西門子公司技術而生產汽輪發電機組的產品。

最後參觀臨港碼頭，係供 5000 噸級船隻停泊的專用碼頭，並擁有 1400 噸級之起吊機具(圖 12)可裝御重大型的設備。



圖 10 上海電氣生產的核電設備
(第二屆海峽兩岸核能合作研討會承辦單位提供)



圖 11 上海電氣臨港基地
(第二屆海峽兩岸核能合作研討會承辦單位提供)



圖 12 上海電氣臨港碼頭 1400 噸級起吊機具

2. 參訪上海 Transco 公司

Transco Products 公司總部設在芝加哥，是一家從事核電廠技術服務的公司。其上海 Transco 公司負責亞洲之業務。該公司的金屬反射隔熱保溫管道和設備為核電廠的公認標準。提供的安全系統服務包括：被動防火阻隔系統設計、緊急爐心冷卻系統與圍阻體噴灑系統之水泵取水集水池的濾網設計以及提供控制室適居性之解決方案。有超過 70 年的經驗，公司的產品和服務遍及全球超過 160 個核電廠。此行於 11 月 11 日參訪上海 Transco 公司，由銷售經理 Ms. Sally Nie 負責接待，主要就美國核管會(USNRC)所頒佈的通函 GL2003-01 控制室適居性有關控制室包封(Control Room Envelope)內漏率之測試，瞭解他們團隊在美國與亞洲核電廠從事測試之實績與經驗，包括利用示蹤氣體之技術從事內漏率測試，及協助在有關洩漏區域的設備或密封之修補與更換工作，了解 GL2003-01 議題對業者之要求，以及他們對此議題協助業者從事測試與修補之執行經驗。

Transco 團隊提供他們在執行 ASTM Standard E741 控制室包封測試時，對不同緊急運轉模式採用之方法的扼要說明，包括濃度衰減法 (Concentration Decay) 與固定注入率(Constant Injection)兩種方法，此有助於國內各核能電廠依其本身設計決定所須使用的測試方法。表 2 為 Transco 從事此議題有關控制室包封修補與參與內漏率測試項目之實績與經驗。Transco 團隊包括 Lagus Applied Technology (LAT)就此議題曾合作過的美國電廠計有: DRESDEN, QUAD CLTIES, LASALLE, CLINTON, BYRON, BRAIDWOOD, PEACH BOTTOM, LIMERICK, THREE MILE ISLAND, BRUNSWICK 等 10 個電廠。此行藉由技術討論與蒐集相關資訊，供規劃後續計畫之參考。

另外 Transco 建議在執行內漏率試驗前，可先就控制室包封之結構及通風設備執行測試前之洩漏評估，先確認其結構及通風設備可能之缺陷，並且在測試前予以修補，以便降低對內漏率試驗之影響。在執行測試前，也須就控制室包封範圍內示蹤性氣體是否能夠很均勻地混合做確認，即執行所謂的預先測試(Pre-test)以確認之。

在討論的過程中，我們也詢問中國大陸對於控制室適居性議題的態度與處理狀況，據聞中國大陸國家核安全局對於現在正運轉的核電廠尚未要求執行控制室包封內漏率之試驗，但對於新建的核電廠則要求做控制室包封內漏率之試驗。

目前仍在建造的浙江三門 1 號機 AP1000 機組預期也將在完工後，從事此試驗的工作，所以海峽兩岸往後對於控制室包封內漏率試驗之執行與結果亦可透過會議交流及分享經驗。

表 2 Transco 從事此議題之實績與經驗



Transco Control Room Habitability Experience List

Country	Customer:	Plant:	Type of Facility:	Walkdown Assessment:	Equipment Repairs:	Boundary New Seals or Repairs:	Tracer Gas Testing:	Qualification Testing:	Toxic Gas Inventory:	Lecture or Teaching Seminar:
USA	Public Service Co. of Colorado	Ft. St. Vrain	Nuclear Power Plant	X		X				
	Constellation Nuclear	Calvert Cliffs 1 and 2	Nuclear Power Plant	X						
		Nine Mile Point 1 and 2	Nuclear Power Plant	X						
	Dominion:	Kewaunee	Nuclear Power Plant	X		X				
		Millstone Unit 2	Nuclear Power Plant	X						
		Milestone Unit 3	Nuclear Power Plant	X		X				
		North Anna 1 and 2	Nuclear Power Plant	X						
	Duke Power	Surry 1 and 2	Nuclear Power Plant	X						
		Catawba Units 1 and 2	Nuclear Power Plant	X						
		McGuire Units 1 and 2	Nuclear Power Plant	X	X	X				
	Dyno-Nobel	Oconee Units 1, 2 & 3	Nuclear Power Plant	X	X					
		Louisiana City Plant	Chemical Plant	X						
	Entergy Nuclear	Arkansas Nuclear One Units 1 and 2	Nuclear Power Plant	X	X	X				
		Indian Point 2 - Phase 1	Nuclear Power Plant	X	X	X				
		Indian Point 2 - Phase 2	Nuclear Power Plant	X	X	X				
		Indian Point 3	Nuclear Power Plant	X	X	X				
		Palisades	Nuclear Power Plant	X						
		Pilgrim	Nuclear Power Plant	X						
	Exelon Nuclear	Fitzpatrick	Nuclear Power Plant	X						
		Braidwood Units 1 and 2	Nuclear Power Plant	X		X	Two			
		Byron Units 1 and 2	Nuclear Power Plant	X		X	Two			
		Clinton Unit 1	Nuclear Power Plant	X			Two			
		Dresden Units 2 and 3	Nuclear Power Plant	X	X	X	Two			
LaSalle Units 1 and 2		Nuclear Power Plant	X	X	X	Two				
Limerick Units 1 and 2	Nuclear Power Plant	X		X	Two					

Country	Customer:	Plant:	Type of Facility:	Walkdown Assessment:	Equipment Repairs:	Boundary New Seals or Repairs:	Tracer Gas Testing:	Qualification Testing:	Toxic Gas Inventory:	Lecture or Teaching Seminar:	
USA	Exelon Nuclear	Peach Bottom Units 2 and	Nuclear Power Plant	X	X	X	Two				
		Quad Cities Units 1 and 2	Nuclear Power Plant	X	X	X	Two				
		Three Mile Island Unit 1	Nuclear Power Plant	X			Two				
	First Energy	Zion 1 and 2	Nuclear Power Plant			X					
		Beaver Valley 1 and 2	Nuclear Power Plant		X	X	X				
		Davis Besse	Nuclear Power Plant		X	X	X				
	Florida Power and Light	Perry 1 and 2	Nuclear Power Plant		X		X				
		St. Lucie 1 and 2	Nuclear Power Plant		X						
		Turkey Point 3 and 4	Nuclear Power Plant		X						
		Point Beach Units 1 and 2	Nuclear Power Plant		X	X	X		X		
	Honeywell	Duane Arnold	Nuclear Power Plant		X		X				
		Baton Rouge, LA Plant	Chemical Plant		X	X	X				
		Geismer LA -Aclon	Chemical Plant		X	X	X				
		Geismer LA - HF Acid	Chemical Plant		X	X	X				
		Geismer - Omni MCR	Chemical Plant		X	X	X				
	Nebraska Public Power	Hopewell, VA Facility	Chemical Plant		X	X	X		X		
		Cooper	Nuclear Power Plant		X	X	X				
		Monticello	Nuclear Power Plant		X						
	NHUG (Nuclear HVAC Users Group)	Prairie Island 1 and 2	Nuclear Power Plant		X						
		All US Plants and USNRC	Owners' Group/Regulators								X
	Omaha Public Power District	Ft. Calhoun	Nuclear Power Plant						One		
	Pacific Gas and Electric	Diablo Canyon Units 1 and 2	Nuclear Power Plant		X						
	PPL	Susquehanna 1 and 2	Nuclear Power Plant				X				
Progress Energy	Brunswick	Nuclear Power Plant		X	X	X					
	Crystal River #3	Nuclear Power Plant		X							
	Robinson	Nuclear Power Plant		X							
Public Service Electric and Gas	Hope Creek	Nuclear Power Plant		X							
	Salem Units 1 and 2	Nuclear Power Plant		X							
USA	Southern California Edison	San Onofre	Nuclear Power Plant	X							
	Southern Nuclear Operation Co	Farley Units 1 and 2	Nuclear Power Plant	X							
		Hatch 1 and 2	Nuclear Power Plant		X	X	X				
		Vogtle Units 1 and 2	Nuclear Power Plant		X						
	Tennessee Valley	Seqouyah Units 1 and 2	Nuclear Power Plant		X						
Wolf Creek Nuclear Operations Co	Wolf Creek	Nuclear Power Plant		X							
Japan	TEPCO	Kasiwazaki (program for all BWR owners/plants located in Japan)	Nuclear Power Plant	X						X	

三、心得

(一) 參加第二屆海峽兩岸核能合作研討會及大會安排的參訪活動

此研討會雖是小型的研討會，但探討的議題則是直接和核電安全和發展及核電的透明度有關，參加人士有管制單位、電力公司/電廠、電力建造業者、工業設備業者及研究機構。其中管制單位從安全與事故應變及資訊公開的角度，計有大陸國家核安全局簡報「大陸核電廠針對福島事故的安全改進」，原能會報告「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」、龍門電廠試運轉測試管制、後福島事故輻災應變的強化措施、緊急應變區內民眾資訊傳達及核安管制資訊公開。在電力公司/電廠方面，有台電說明核電廠斷然處置措施與演練、核能安全績效評鑑作業等。在產業合作方面，北京廣利核公司說明大陸核電廠數位儀控技術的實踐（DCS），大陸國核電公司報告 AP1000 依托項目和 CAP1400 的開發進展，我國亞炬公司報告了本所技術移轉廢樹脂濕式氧化處理技術在核電廠之應用與實踐，我國凱技公司簡報多功能焚燒爐技術的實踐，本組報告協助台電達成核電廠功率提昇運轉之概況。另外在與民眾溝通方面，台電與秦山電廠分別說明敦親睦鄰實踐及從科普活動促進民眾核電認同的心得。

目前大陸的核電約占總發電量 2%，外加有溫室氣體持續上昇的壓力，近十年來大力擴建核能機組，預估在 2020 年核電運轉可達 40 GW。在福島事故後核電建設的腳步略為放慢，並開始檢視須強化的安全設施（如秦山一期海堤加高及新緊急應變中心之設置），以及開始注意與民眾溝通核電的議題。其他包括廠址的審核、機組的建造與運轉，民眾可參與討論，藉由科普活動提昇核能安全意識與共識，為核電的發展創造較好的社會環境與氛圍。

本次參訪行程中，可看出大陸地區除積極發展核能發電技術及重型裝備外，也重視天然災害對核電廠之影響，以及事故有關緊急應變體系之管理及運作。秦山的海堤加高與檔水牆之修建，提昇了抗洪能力；新緊急應變控制中心之設置則可做為大陸其他核電廠緊急應變中心設置之示範，也可供我國原能會要求各核電廠設置緊急應變場所的參考。

(二) 大陸 AP1000 機組之建造

在「第二屆海峽兩岸核能合作研討會」中由大陸國家核電技術(SNPTC)公司朱書堂先生簡報“AP1000 依托項目建設及 CAP1400 開發進展”，他說明 AP1000 依托項目建設之進展，包括浙江三門及山東海陽共四部 AP1000 機組已累計完成 63 個重大里程碑節點。今年以來主要完成的重大項目如下：

- 2013 年 1 月 29 日，三門 1 號機組 AP1000 鋼製圍阻體或包封容器(大陸稱安全殼)頂封頭吊裝就位順利完成，代表著反應器壓力容器、蒸汽產生器、環吊、一體化頂蓋等十幾件主系統設備全部引入，即重大設備基本安裝結束 (圖 13)。
- 2013 年 4 月 7 日，三門 1 號機組 AP1000 主冷卻管道(以下簡稱主管道)、環路跟管段所有焊口完成厚度實體焊接，代表著主管道焊接全部完成，即成功掌握了 AP1000 主管道製造及施工之關鍵技術。

其他三部 AP1000 機組之建造也成功吸收三門 1 號機組建造經驗與回饋，讓建設過程更順利一些。美國西屋公司曾表示 AP1000 反應器在中國大陸三門核電廠及海陽核電廠的施工經驗，已經回饋到美國 Vogtle 和 V. C. Summer 核電廠 AP1000 機組上。大陸這四部 AP1000 依托項目核島設備平均國產化約 55%，到第四部機組可達到 70%，如圖 14 表中右下部份所示。

另根據近日新華能源新聞於 2013 年 11 月 23 日三門 1 號機組 AP1000 核島廠房穹頂吊裝(起吊總重量達 922 噸)順利完成，這是世界首座 AP1000 基本土木建設完工，進入關鍵設備就位和調試的建設階段。這一重大節點的順利完成，讓之前因為設備供應等問題導致工期延誤得以疏解。歷經 6 年多堅持不懈的努力，AP1000 依託專案建設先後克服了工程設計、設備研發製造及建造過程中的各種挑戰和困難，並透過 AP1000 技術引進消化吸收，提昇自主化研發和設計能力，為達成其國產化 AP1000 標準設計和 CAP1400 重大研發設計奠定了良好的基礎。

大陸 AP1000 之建造突破六大關鍵技術：核島大體積混凝土一次性澆注技術、核電模塊化的設計和製造技術、鋼製包封容器的製造和安裝技術、大型鍛件的製造技術、整體鍛造的一次迴路主管道製造技術和主管道組裝及焊接關鍵技術。這也是大陸經由 AP1000 技術的引進與吸收，再經過依託專案工程之施行與驗證，逐步邁向 100%滿足依託專案建設需求、100%技術完整性、100%關鍵設備國產化的「三個 100%」目標。目前，其國產化 AP1000 (即 CAP1000) 標準設計已經完成，能有效支撐後續

AP1000 核電自主化、標準化、批量化建設的需求。並促使其自行研發設計的 CAP1400 核電廠也有重要進展，已先後完成 CAP1400 概念設計和初步設計，且其初步設計已通過大陸國家能源局所組成的專家評審，其施工設計和設備設計正按進度計畫進行，預定在 2014 年初澆注第一次混凝土，並於 2018 年併網發電。

三門 1 號機組預定 2015 年併網發電，而海陽 1 號機組則在 2015 年晚些時候併網發電。

從大陸 AP1000 機組之建設，可以看出其核電發展不論在決策與決心、技術引進與吸收、關鍵性技術之掌握，以及執行力都是值得喝彩與學習。相信有幸參與這些機組設計與建設的人士都會引以為傲。



圖 13 三門 1 號機 AP1000 包封容器頂封頭吊裝就位 (摘自朱書堂簡報)

Equipment	Sanmen Unit 1	Haiyang Unit 1	Sanmen Unit 2	Haiyang Unit 2
Reactor Coolant Pump	EMD	EMD	EMD	EMD/SHE、HEC
Squib Valve	SPX	SPX	SPX	SPX/SUFA
Reactor Pressure Vessel	Doosan	Doosan	CHFI	SEC
Steam Generator	Doosan	Doosan	HEC/ENSA	SEC
Reactor Internals	Doosan	Newington	SEC	SEC
Control Rod Drive Mechanism	Newington	Newington	SEC	SEC
Integrated Head Package	PCC	PCC	SDNPC	SDNPC
Polar Crane	PaR	TYHI	DHI	TYHI
Refueling Machine	Westinghouse	DHI	SEC	DHI
Containment Vessel	WEC/SNPEMC	SNPEMC	SNPEMC	SNPEMC
RCL Pipe	CSIS	CNE	CNE	CSIS
Pressurizer	SEC	DEC	SEC	DEC
Accumulator	SEC	SEC	SEC	SEC
Core Makeup Tank	SEC	HEC	SEC	HEC
RPV / SG / PZR support	CNE / DEC / DEC			



18W



18W



5C1



18W1



1111

圖 14 大陸四部 AP1000 機組核島設備國產化的項目 (摘自朱書堂簡報)

(三) GL 2003-01 控制室適居性之議題

大部分核電廠控制室都是採取正壓的設計，原以為維持控制室正壓就不會有洩漏的情形。但是美國有 30%的核電廠依據 American Society for Testing and Materials (ASTM) Standard E741 試驗，使用示蹤氣體試驗(Tracer Gas Test, TGT)，量測事故狀況下控制室包封之內漏率(In-leakage)。實際量測數據顯示，即使採正壓式設計的控制室包封(CRE)，已由例行的 ΔP 監測，來證明其 CRE 壓力大於周圍環境壓力，但試驗結果卻顯示，除了一個核電廠外，其餘電廠之內漏率均高於原事故分析之假設值。每個電廠對於 CRE 區域或範圍之界定可能略有不同，不過歸納控制室內漏率測試之資料，CRE 可能洩漏之處計有：

Duct seams, Duct access doors and hatches, Fan shaft seals, AHU housings, Fan vibration boots, Isolation dampers (Normal Mode/Smoke Exhaust), Actuator shaft penetrations, Openings in CRE, Personnel access doors to CRE, Duct misalignment, Duct Penetrations/Holes, Non Safety Ducts passing through CRE。

因此核電廠的試驗數據顯示，採用 ΔP 監測並不足以確保控制室包封的完整性，即用以支持輻射劑量分析結果的假設有可能不夠保守。2003 年 6 月美國核管會 (USNRC) 發佈 Generic Letter 2003-01 (GL 2003-01) Control Room Habitability (控制室適居性)，其主要目的係：(1)提醒核電廠持照者，針對電廠依據 ASTM Standard E741 執行控制室邊界完整性驗證結果，發現部分電廠之內漏率數值超出原事故分析假設之問題，因此控制室有不符設計基準及管制要求之情況，(2)強調使用可靠及完整的試驗方法，驗證控制室適居性的重要，(3)要求持照者提出資料來證明電廠的控制室試驗管制來維持其設計功能，以及(4)蒐集電廠的回覆說明來決定是否需要額外的管制行動以符合現行執照與設計基準，及符合管制要求，且確保控制室有適當的設計、維護及管制行動。另外 USNRC 也發行了 RG 1.196 “Control Room Habitability at Light-Water Nuclear Power Reactors”，作為符合 GL 2003-01 之指引。

USNRC 並要求美國電廠應特別考量(1)未經過濾而滲入到控制室包封之內漏率，應小於控制室適居性輻射劑量分析所採用的設計基準值，(2)毒化學物分析應考慮控制室包封內漏率的最大值，該內漏率可能與原始輻射劑量分析所使用之設計基準值不同。此外，確認在控制室外發生煙霧/火災事件時，運轉員有能力在控制室或遙控停機盤將機組安全停機，(3)運轉技術規範用以驗證控制室包封完整性的試驗方

法，以及控制室包封的內漏率，如果目前是採用 ΔP 監測來驗證控制室包封完整性，則應提供 ASTM E741 的試驗結果，來證明 ΔP 監測足以維持控制室包封的完整性。如果試驗結果證明 ΔP 監測不足以符合需求，則需要修改運轉技術規範，使用可以被 USNRC 接受的試驗方法。總而言之，ASTM Standard E741 所述之示蹤氣體測試方法，是美國核管會認可之驗證控制室包封完整性的方法，美國核電廠應依據該方法實際驗證控制室包封的完整性。

對於國內核電廠有關控制室適居性之議題，預期台電也會依照 ASTM E741 試驗方法，在核一、核二及核三廠，執行內漏率之測試，以確認控制室包封之完整性。

四 建議事項

(一) 參與海峽兩岸核能合作研討會議題之規劃

海峽兩岸核能合作研討會每年舉行一次，第一屆在台北市舉辦，此次第二屆在大陸蘇州舉行。雖是小型的研討會，但探討的議題則是直接和核電的發展與安全、核能產業合作及核電透明度有關，特別是 2011 年日本福島核事故後，對於核電安全以及兩岸人民關注的核能安全資訊的建立。研討會除了有助於增加兩岸專業人員技術討論，增進兩岸之互動與瞭解，提升核能電廠運轉安全，並推廣我國的研發成果。本所人員與會除了擴展技術交流與增進專業技術，亦能吸收核能新資訊。建議下次派員參加會議，並參與研討議題之規劃，例如納入控制室適居性之議題，分享兩岸處理或規劃的心得。

(二) 重視人才流失再找回難的問題

大陸在日本福島事故後，核電發展雖略為放慢，但其建設仍持續未停。經了解，他們深知核能人才培養非常不易，核能工業一旦停滯不前，則人才流失，待需要時再培育已緩不濟急，喪失契機。因此其決策單位毅然決定留住各部門人才，繼續發展核能，並且還輸出核電建設與技術。從參訪上海電氣時可看出端倪，重型設備如汽輪機、發電機甚至反應爐壓力容器、蒸汽產生器、穩壓器、主冷卻泵等，生產及訂單不斷。我國雖有其本身的環境與資源因素，但「人才流失再找回難」卻是值得警惕的問題。

五、資料蒐集

- (一) 第二屆海峽兩岸核能合作研討會資料匯編 (存核工組)。
- (二) 中核核電運行管理有限公司簡介(存核工組)。
- (三) Transco Products Inc.簡介(存核工組)。

六、附錄

第二屆海峽兩岸核能合作研討會會議指南





致各位嘉賓

各位嘉賓：

您好！

歡迎您參加由中國核能行業協會、財團法人核能科技協進會主辦，中核核電運行管理有限公司承辦的第二屆海峽兩岸核能合作研討會。為了方便您及時了解本次會議的主要排程，特編印本《會議指南》，供您查詢排程等有關信息。

祝各位領導工作愉快，身體健康！

會務組

2013年11月

注意事項

- 1、本次會議資料袋中包括以下內容：會議資料匯編、會議指南、筆記本、筆、參會證件、酒店與蘇州簡要地圖等。
- 2、請各位嘉賓隨身佩戴會議證件，憑證件參會、用餐；
- 3、會議地點：蘇州吳宮泛太平洋酒店主樓一層龍蟠廳；
- 4、用餐地點：11月5日晚宴：酒店主樓一層龍蟠廳；
其餘用餐：酒店主樓一層萃英國西餐廳（自助工作餐）；
- 5、如有任何問題，請您聯系會務組或身邊工作人員。

會務組人員：

曾現濤 13656737856（中核核電運行管理有限公司）

李中耀 13586361660（中核核電運行管理有限公司）

常 冰 13641019613（中國核能行業協會）

雷梅芳 13810650212（中國核能行業協會）

會議日程安排

時間	報告名稱	報告人
11月4日(周一)	會議注册: 14:00-20:00, 酒店大廳	
11月5日(周二)	會議注册: 08:00-09:00, 酒店大廳	
09:00-09:30	開幕式 主持人: 趙成昆, 中國核能行業協會副理事長	
	承辦單位致辭	何小劍
	主辦方致辭	歐陽敏盛
	主辦方致開幕辭	張華祝
	議題(一) 核電安全 主持人: 大陸: 趙成昆, 中國核能行業協會副理事長; 臺灣: 待定	
09:30-10:00	1.大陸核電廠針對福島事故的安全改進	嚴天文
10:00-10:30	2.臺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
10:30-10:45	合影	
10:45-11:00	茶歇	
11:00-11:30	3.大陸核電同行評估實踐	龍茂雄
11:30-12:00	4.龍門核電廠試運轉測試管制	郭獻棠
12:00-12:30	5.臺灣核電廠斷然處置措施與演練	邱永聰
12:30-13:30	午餐	
13:30-14:00	6.臺灣核電廠SAMG和EDMG的編制與實踐	邱永聰
14:00-14:30	7.民用核安全設備監管情況介紹	焦殿輝
14:30-15:00	8.後福島事故輻災應變的強化措施	黃朝群
15:00-15:30	9.臺灣核電廠安全質量績效考核的實踐	邱永聰
15:30-15:45	茶歇	
	議題(二) 兩岸携手推動核能產業合作 主持人: 大陸: 趙成昆, 中國核能行業協會副理事長; 臺灣: 待定	

會議日程安排

時間	報告名稱	報告人
15:45-16:15	1.中核小型堆 (ACP100) 產品技術特點及市場應用研究	錢天林
16:15-16:45	2.臺灣核電廠功率提升概況	張欽章
16:45-17:15	3.大陸核電廠數字儀控技術的實踐 (DCS)	尚玉華
17:15-17:45	4.廢樹脂濕式氧化處理技術的實踐	倪辰華 許信惠
11月6日 (周三)	議題(二) 兩岸攜手推動核能產業合作 (續) 主持人: 大陸: 趙成昆, 中國核能行業協會副理事長; 臺灣: 待定	
09:00-09:30	5.AP1000依托項目建設及CAP1400開發進展	朱書堂
09:30-10:00	6.多功能焚燒爐技術的實踐	黃耀南
10:00-10:30	7.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
10:30-11:00	8.放射性核物料運輸安全管理	林允超 林 暉
11:00-11:15	茶歇	
	議題(三) 核能與公眾 主持人: 大陸: 龍茂雄, 中國核能行業協會副秘書長; 臺灣: 待定	
11:15-11:45	1.緊急應變區內民眾資訊傳達	蔡駿筠
11:45-12:15	2.海鹽縣在公眾與核能溝通方面的實踐	徐瀏華
12:15-13:30	午餐	
13:30-14:00	3.關懷核四	歐陽敏盛
14:00-14:30	4.海峽兩岸公眾參與及跨區域核應急合作展望	汪映榮
14:30-15:00	5.福島事故後的新聞宣傳與公眾溝通	範興來
15:00-15:30	6.核安管制資訊公開	彭志煒
15:30-15:45	茶歇	
15:45-16:15	7.政企互補科普聯動, 促進公眾核電認同	錢金標
16:15-16:45	8.臺電公司核電廠的教親睦鄰實踐	邱永聰
	閉幕式 主持人: 大陸: 龍茂雄, 中國核能行業協會副秘書長; 臺灣: 待定	
16:45-17:00	主辦方閉幕致辭	歐陽敏盛
	主辦方閉幕致辭	張華祝

11月7日參觀秦山核電廠排程（初稿）

時間	內容	地點	備註
08:00	乘車前往秦山		
10:00—10:15	參觀秦山一期	一期展廳	集團籌講解員1人介紹
10:20—10:40	參觀海堤加高	一廠海堤	一廠綜合辦安排講解員1人
10:40—11:00	參觀三廠觀景平臺	三廠觀景平臺	三廠綜合辦講解員1人
11:10—11:40	參觀新應急中心	新應急中心	環應中心講解員1人
11:45	工作餐	一廠廠區食堂	
12:30	前往參觀蘇州虎丘/拙政園	虎丘/拙政園	
14:30	參觀蘇州虎丘/拙政園	虎丘/拙政園	距酒店20分車程，不堵車情況下
17:30	返回酒店	吳宮泛太平洋酒店	
18:30	晚餐	待定	

11月8日參觀上海電氣排程

時間	內容	地點
10:40-11:00	虹橋高鐵接站	上海虹橋高鐵站
11:00-12:15	前往上海電氣臨港基地	綜合樓
12:15-13:30	工作午餐	綜合樓小餐廳
13:30-14:30	上海電氣總體情況介紹	綜合樓第一會議室
14:30-14:45	參觀臨港展示廳	
14:45-15:20	參觀上核車間	
15:20-15:40	參觀臨港工廠	
15:40-15:50	參觀碼頭	
15:50-17:00	前往市區	
17:00-17:30	入住酒店	王寶和酒店
17:30-19:00	晚餐	鮮雞房(永安店)

參會嘉賓

參會嘉賓-臺灣方面

單位	姓名	職務	郵件
臺灣核能科技協會	歐陽敏盛	董事長	
	許德惠	董事	
	黃小環	董事	simonhua@ms1.hinet.net
	李振蘇	董事	jlse0486@gmail.com
臺灣核能監管部門	陳文芳	核能技術處副處長	wchen@nrc.gov.tw
	鄧文俊	核能管制處科長	wcleng@nrc.gov.tw
	郭獻棠	核能管制處技正	stguo@nrc.gov.tw
	彭志煒	綜合計劃處科長	jpeng@nrc.gov.tw
	黃朝群	核能技術處技正	chauchun@gmail.com
	蔡麗筠	核能技術處技正	lytai@nrc.gov.tw
	張欽章	核工組 副組長	cjchang@ner.gov.tw
	苑穎瑞	核工組 工程師	ryuann@ner.gov.tw
臺灣電力公司	邱永聰	核能發電處運轉組組長	u253310@twpower.com.tw
凱旋股份有限公司	黃耀南	董事長	klec@ms10.hinet.net
亞炬企業股份有限公司	倪辰華	副總經理	chri01@ms14.hinet.net
行家股份有限公司	林允超	總經理	eamei.lin@pro-in.com.tw
	林曉	資深經理	Wilson.Lin@pro-in.com.tw

參會嘉賓-大陸方面

單位	姓名	職務、職稱	郵件
中國核能行業協會	張華祝	理事長	
	趙成昆	副理事長	
	龍茂雄	副秘書長	
	雷梅芳	國際合作部主任	leimf@cnnc.com.cn
	常冰	國際合作部副主任	bestroc@sina.com
	王慧娟	國際合作部專家	
大陸核安全監管部門	嚴天文	核二司核電二處處長	yan.tianwen@map.gov.cn
核與輻射安全中心	焦殿輝	副處長、高工	jaodht@163.com
中國核能電力股份有限公司	何小劍	副總經理	
	賈建富	黨群工作部副主任	jaxf@cnnp.com.cn
中國華能集團公司	崔紹章	核電事業部副主任	sz_ju@chnp.com.cn
	于得義	核電事業部安全質保處處長	dy_yu@chnp.com.cn
中國大唐集團公司	王平	核電部主任	
	張和林	高級工程師	zhanghelin@china-edt.com
中電投集團公司	汪映榮	核電部副主任	
	劉強領	安全質量處處長	
	彭疆南	工程師	
中國核工業建設集團公司	王啟誠	核電事業部處長	wang_qc@mail.cncc.com
中國華電集團公司	楊家明	副總經濟師、正高級工程師	xiang-guan@chd.com.cn
	烏蘭陶克	水電新能源產業部新能源核電處處長	taoke-wulan@chder.com.cn
中國廣核集團有限公司	譚建生	副總經理	
	李靖	安全與信息管理部副總經理	
	尚維宏	投發部項目經理	
	範興來	文化宣傳中心品牌管理經理	fanyinglai@cgnpc.com.cn
覃欣	研究中心高級研究員	qinxin@cgnpc.com.cn	
國電核電技術公司	朱書堂	科研部 綜合管理經理、研究員	zhushutang@arptic.com.cn
中國電力工程顧問集團公司	潘振偉	工程師	zhenweifang@cpcc.net
上海電氣集團公司	陳幹鎔	設計公司副總裁、重工集團總裁	
	倪國平	總公司核電部副部長、重工集團核電管理部長	zhengyiping@shanghai-electric.com

參會嘉賓

單位	姓名	職務、職稱	郵件
中核核電運行管理有限公司	張 湧	總經理	
	張 遠 成	副總經理	
	陳 金 星	主任	chenjx@cnnp.com.cn
	李 大 林	副主任	ldl@cnnp.com.cn
	康 雲 鼎	高工	kangyd@cnnp.com.cn
秦山核電集團善備組	錢 全 標	黨委副書記、紀委書記	qianjb@cnnp.com.cn
	沈 雪 飛	新聞中心副主任	shenxf@cnnp.com.cn
海鹽縣核電辦公室	徐 劇 華	主任	
中核新能源有限公司	錢 天 林	總經理、研究員級高工	qiantl@163.com
	任 永 強	副主任、研究員級高工	1025367353@qq.com
山東核電有限公司	張 初 明	副總工程師	zhangchuming@sadnpc.com
	李 保 衛	安全質保部經理	libowei@sadnpc.com
華能石島灣核電開發有限公司	樓 子 昂	副總經理	louziang@hsnpc.com.cn
	王 艷 霞	副主任	wangyanxia@hsnpc.com.cn
	田 野	科長	tianye@hsnpc.com.cn
	劉 玉 文	工程師	liuyuwen@hsnpc.com.cn
江蘇核電有限公司	牟 晉 德	工程師	mujd@jnpc.com.cn
福建福清核電有限公司	畢 宏 遠	副總工程師	bihd@fgnp.com
中電投核電技術中心(北京)有限公司	梁 軍	副總經理	liangjun@cpicorp.com.cn
廣東省電力設計研究院	李 剛	部長	
	錢 萍	副部長	
	葉 環 欣	主任	
中國核科技信息與經濟研究院	閻 淑 敏	處長、研究員	Yan888@vip.sina.com
	伍 浩 鄧	副處長、副研究員	wuhaodong@hotmail.com
	韓 紹 陽	處長、研高	
	曹 偉 寧	助理館員	caowen85@126.com
	張 國 慶	副研究員	gucuoqing@163.com
	陳 超	助理研究員	
	王 茜	研究實習員	
	駱 毅	助理研究員	
	袁 帥	研究實習員	
蘇州熱工研究院有限公司	李 洋	工程師	Liyang101946@cgnpc.com.cn
	曹 光 輝	助理工程師	Caoguanghui@cgnpc.com.cn
	張 麗 英	科技管理部副主任、研高	
	許 魁	培訓中心副主任、高工	xukui@cgnpc.com.cn
	王 海 峰	工程師	Wanghai2009@cgnpc.com.cn
	張 華	工程師	zhanghua_316@cgnpc.com.cn
	袁 亮	系統工程中心機務所副所長	Yuanliang@cgnpc.com.cn
中廣核工程有限公司	喻 向 東	新項目開發部 副總經理	
	李 建 斌	新項目開發部 福建代表處主任	
	徐 火 根	新項目開發部 江蘇代表處主任	
北京廣利核系統工程有限公司	孫 永 濱	總經理助理	
	肖 玉 華	市場總監	
	馬 吉 強	工程中心經理	
核動力運行研究所	黃 芳	評估中心副主任、研高	
	李 丹	黨主任、高工	
中核核電技術研究院有限公司	周 東 升	工程師	zhoudongsheng@cgnpc.com.cn
中國核電工程有限公司河北分公司	張 俊 利	主任	zhangjia@cncpe.cc
深圳中廣核工程設計有限公司 上海分公司	張 明 忠	高級主管工程師	chenbeichong@cgnpc.com.cn
	于 世 昆	工程師	
	陳 少 偉	工程師	
寧波天生密封件有限公司	勵 行 根	董事長	
高美繁榮電器有限公司	沈 惠 明	董事長	