

出國報告（出國類別：其他）

赴大陸參加第九屆中國核能國際大會 暨會後參訪行程

服務機關：核能研究所

姓名職稱：周鼎 副研究員

派赴國家：大陸地區

出國期間：102年5月14日~102年5月21日

報告日期：102年7月12日

摘 要

此次本所核安管制技術支援中心周鼎審查召集人係在海峽兩岸核電安全合作協議強化雙方在核能安全交流的框架下，配合原能會核管處人員赴大陸北京參加第九屆中國核能國際大會，並參訪大陸核安全局及核與輻射安全中心進行業務交流活動，以及前往山東海陽參訪海陽正在興建的進步型 AP1000 核電廠興建工程。

目 次

摘 要.....	i
一、目的.....	1
二、過程.....	2
(一) 參加第九屆中國核能國際大會	3
(二) 參訪核安全局及核與輻射安全中心.....	10
(三) 參訪海陽核電廠.....	13
三、心得.....	15
四、建議.....	16

一、目的

由於大陸沿海陸續興建核電廠，離我們最近的核電廠也只有 100 多公里遠，兩岸核監管部門在多次開會協商下，於 101 年 6 月 29 日正式簽訂兩岸核電安全合作協議，我方並於去(101)年 12 月赴深圳召開海峽兩岸核電安全合作協議第一次工作業務交流會議，預計今年 7 月陸方將來台參加海峽兩岸核電安全合作協議第二次工作業務交流會議。本次前往北京參加第九屆中國核能國際大會，隨後拜會大陸核安全局及核與輻射安全中心，之後並前往參訪山東海陽 AP1000 型的核電廠興建工程，主要係爲了(1)與大陸核電安全監管機構人員進一步交流增進彼此的了解，(2)收集大陸核能發展相關工業/技術的資訊及最新核電廠的興建狀況。

二、過程

本次公差自 102 年 5 月 14 日起至 21 日止共計 8 天，相關重點工作內容如下：

月/日(星期)	工作內容重點
5/14(二)	中正機場－北京（去程）
5/15(三)	參加第九屆中國核能國際大會
5/16(四)	參加第九屆中國核能國際大會
5/17(五)	參訪大陸環保部核安全局核與輻射安全中心
5/18(六)	週末假日整理資料
5/19(日)	北京－山東海陽（路程）
5/20(一)	參訪海陽核電廠興建工程
5/21(二)	青島－中正機場（返程）

(一) 參加第九屆中國核能國際大會

5/15(星期三)及 5/16(星期四)

海峽兩岸核電安全合作協議於 101 年 6 月 29 日正式生效，我方並於去(101)年 12 月赴深圳參加海峽兩岸核電安全合作協議第一次工作業務交流會議，預計今年 7 月陸方將來台參加海峽兩岸核電安全合作協議第二次工作業務交流會議。此次赴大陸係配合原能會管制單位赴北京參加 5/15 及 5/16 兩天在北京舉行的第九屆中國核能國際大會及會後參訪大陸核安全局及海陽核電廠的興建工程。

中國核能國際大會是聚集大陸及國際核能領域的年度會議，歷屆會議共匯聚約有 2000 名以上的參會者，並逐漸吸引其他新興核能發電市場的廠商及顧問公司的參與。本次(第九屆)中國核能國際大會係由上海決策者經濟顧問有限公司主辦，於 2013 年 5 月 15 日及 16 日在北京燕莎中心凱賓斯基酒店舉行。此次大會由世界核能協會作為官方全球合作夥伴，由法國核工業協會、羅馬尼亞經濟部能源署等協助並參與。

本屆大會的主題為「核電重啓：挑戰和機遇」，會議針對以下主軸：「後福島時代中國和世界核電的核電站項目建設情況和最新政策解讀」、「第三代和第四代核反應器技術的發展現狀和創新成果」、「重啓後設備和技術供應商面臨的機遇和挑戰」、「優化的核電廠建設與核能系統解決方案」、「高溫氣冷堆在中國發展的情況介紹」、「民用核設施監管、技術和生產情況介紹」、「鈾礦資源供需分析和價格預測」、「大陸國內外合作的成功案例」等相關議題進行演講與討論，本次研討會議程及時程如下：

日期	時間	議題	報告人
05 月 15 日	0800~0850	註冊及開幕致詞	
	世界核能綜覽		
	0900~0930	後福島時代中國核電發展	徐玉明 (中國核能行業協會副秘書長)
	0930~1000	世界核能綜覽	Francois MORIN (世界核能協會中國區總監)
	1000~1030	羅馬尼亞面臨的能源挑戰和核能發展前景	Constantin NITA (羅馬尼亞經濟部能源署特派部長)
	1030~1100	休息	
	1100~1130	通過中法合作促進核電行業的安全有效發展	Bruno MARQUIS (法國電力集團 PIAP 工程/採購部總經理)

1130~1200	在民用核電上中法合作三十年－具有 前瞻性的合作關係	歐道博 (阿海珐集團亞洲區高級執行 副總裁)
1200~1230	核能發展	范旭 (美國駐華使館能源處主任)
1230~1400	午餐	
中國核電重啓和最新發展		
1400~1430	CAP1400	范霽紅 (國家核電技術公司科研部重 大專項辦公室主任)
1430~1500	中廣核集團核電發展戰略和 ACPR1000 核電技術	郝志堅 (中廣核集團國際核電開發部 總經理)
1500~1530	核能行業的 3D 全生命周期體驗	岳讎 (達索析統公司高級行銷顧問)
1530~1600	休息	
1600~1630	實施清潔能源戰略、安全高效發展核 電	丁中智 (中國電力頭資集團公司高級 顧問)
1630~1700	高溫氣冷堆在中國發展的情況介紹 (由董副院長代為發表)	張作義 (清華大學核能與新能源技術 研究院院長)
1700~1730	中國核電”走出去”的知識產權風險 管理	田文靜 (金杜律師事務所合夥人)
1730~1800	大唐國際發展核電的現狀和前景展望	郭勇 (大唐國際核電投資有限公司 黨委書記)

05 月 16 日	0800~0850	註冊及主席致詞	
	設備和技術供應商：如何滿足中國最新核電安全標準		
	0900~0930	中國核安全監督和核安全目標	柴國早 (中國環保部核與輻射安全中心總工程師)
	0930~1000	中國核電工程有限公司選擇供應商的條件和標準	徐鵬飛 (中國核電工程有限公司副總經理)
	1000~1030	中國一重核電製造的技術創新和能力提升	孫敏 (中國第一重型機械股份公司副總裁)
	1030~1100	休息	
	1100~1130	提高鍛件生產能力、保證核電快速發展	鄧林濤 (中國第二重型機械集團公司核電石化事業副總裁)
	1130~1200	核電站運行與可靠性	Jean-Baptiste MONNIER (BENTLEY 軟件北京有限公司亞太區總經理)
	1200~1400	午餐	
	鈾燃料供應以及乏燃料處理		
	1400~1430	立足國際市場確保中廣核集團發展燃料供應	周振興 (中廣核鈾業發展有限公司董事長)
	1430~1500	立足國內、開拓海外打造”四強”國際化礦業公司	陳躍輝 (中國國核海外鈾業有限公司/中核集團地礦事業部 副總經理&副主任)
	1500~1530	再循環與廢物管理優化、後福島時代保持核能可持續發展的可靠方式	吉利 (阿海珐集團後端部亞洲高級副總裁)
	1530~1600	休息	
	1600~1650	小組討論：中國鈾資源供需分析和價格走向預測	Bahi SIVALINGAM、周振興、陳躍輝
	1650	主席致閉幕詞&大會結束	

其相關簡報及內容簡述如下：

核電是當前唯一可大規模替代化石能源並具有較強市場競爭力的清潔能源，大陸目前核能發電所佔整理電源比率約為 1.8%，而全球平均為 14%。大陸核能電廠興建規劃從 1986 年開始，並於 2009 年開始加速進行，截止 2013 年 6 月，在浙江秦山、廣東大亞灣、江蘇田灣、遼寧紅沿河、福建寧德等地共計有 17 台機組營運中，總裝機容量為 1437.8 萬千瓦。但在 2011

年 3 月 11 日的日本福島核子事故之後，核安全成爲各國啓動核能電廠興建的關鍵問題，大陸先暫時停止內陸型核電廠的興建，在此同時，不依靠外部電源就能解決反應爐爐心冷卻等核安全問題之非能動安全已變得更爲重要。大陸目前分別在浙江三門及山東海陽興建的第三代 AP1000 核電廠即是全球最先興建的同型電廠。

在日本福島核事件後，大陸國務院決定對全國核設施進行安全檢查，暫停核電新項目的審批。其安全檢查報告的結論是：核設施選址中對地震、洪水等外部事件進行了充分論證，核電廠設計、製造、興建、調校測試和運轉等各階段均須進行有效管理，總體質量須受管控；大陸進行檢查，亦發現個別核電廠防洪能力不足、嚴重事故預防與緩解程序不完善、對海嘯風險評估能力不足等問題。先於 2012 年 10 月 24 日，大陸國務院常務會議審查批准核電安全規劃及調整以後的核電中長期（2011~2020）發展規劃，核電新項目建設重新啓動；並於 2012 年 11 月~12 月，福清 4 號、陽江 4 號、石島灣、田灣 3 號等機組相繼展開建造。其次，大陸並補充規定“十二五”（2011~2015）時期只在沿海少數經過充分論證的核電項目廠址，並按照全球最高安全要求新建核電項目，新建核電機組必須符合第三代安全標準。大陸目前在建核電站數量佔全球第一，對於第三代核電技術的青睞更是極大促進了新核電技術的應用。

依大陸核電發展中長期（2011~2020）規劃對核電規模、布局及技術選用，提出了明確的要求。其中 2013~2015 年計劃新建核電機組容量爲 1300 萬千瓦，平均每年 3~4 部機組；另 2016~2020 年，計劃新建核電機組容量爲 3000 萬千瓦，平均每年 5~6 部機組。並於 2020 年，運轉中核能電廠的裝機容量可達 5800 萬千瓦，興建則裝置容量爲 3000 萬千瓦，總計 8800 萬千瓦，約佔整體電源 15%。

在大陸「十二五」計畫期間優先在符合條件的沿海地區進行興建核能電廠，同時做好內陸地區興建核電廠的各項準備工作，包括水資源的合理分配、放射性流出物的環境影響、以及社會風險評估等。新建核能機組則依現行全球最高安全要求進行建造，必須符合第三代安全標準。在 2020 年以前建造的核能機組則以 AP1000 型機組爲主，並以大陸自研發第三代技術核能機組爲輔。所以在 2020 年以前新機組的選擇有：(1)AP1000 系列：CAP1000、CAP1400；(2)國外引進機型：AES-91、EPR(法國的，1700MWe)；(3)自主三代：CPR1000(緣自法國 M310)、ACPR1000、HTR-PM(210MWe，高溫氣冷堆，已於 2012 年 12 月在山東石島灣興建)等。

1、設備和技術供應商：如何滿足中國最新核電安全標準

大陸除引進國外核電技術外，並自行研發三代核電技術，分別爲中核集團的 ACP1000、中廣核集團 ACPR1000 及國家核電技術公司(SNPTC)的 CAP1400 等三代核電技術，且積極開發關鍵性設備，本次會議中國第一重型機械股份公司及中國第二重型機械集團公司分別就該公司開發製造反應器相關設備進行演講及討論。

中國第一重型機械股份公司製造廠分別於富拉爾基、天津、大連及長三角等工廠，其中富拉爾基廠生產壓力容器、蒸發器、穩壓器、蓄壓槽及主泵泵殼等鍛件；大連廠生產反應器壓力容器、快中子反應器、調壓槽、蓄壓槽和主泵泵殼等核電重型設備。中國第一重型機械股份公司富拉爾基廠交付韓國斗山大陸製造的第一個 AP1000 一體化的頂蓋。中國第二重型機械集團公司於 1988 年 8 月獲得反應器壓力容器和穩壓器製造能力，1995 年取得了大陸國家核安全局頒發的民用核承壓設備製造資格證，以及 2007 年取得美國 ASME 的 N、NPT 證照。中國第二重型機械集團公司主要製造反應器壓力容器、穩壓器、主管道及支撐架等設備。大陸企業已逐漸掌握 AP1000 大型鍛件製造技術，能生產所需的所有鍛件。大陸核能工業除發展國內自用外，亦有企圖推廣至國外，本次大會亦安排具有參與國際智慧財產談判實務律師，就有關核電技術輸出涉及智慧財產權的自我保護措施，以及避免如何侵權，以降低大陸核電技術輸出之衝擊。

2、中國的核安全目標和核安全監管

本次會議中由大陸環境保護部的核與輻射安全中心柴國早總工程師就「中國的核安全目標和核安全監管」主題，進一步說明大陸對於核能電廠的安全目標及監管作業。其對核能電廠總的安全目標分別為(1)在核能電廠中建立並保持對放射性危害的有效防禦，以保護人員、社會和環境免受危害；(2)核能電廠輻射防護安全目標為保證在所有運轉狀態下核能電廠內的輻射照射或由於該核電廠任何計劃排放放射性物質引起的輻射照射保持低於規定限值，並且合理可行盡量低，保證減輕任何事故的放射性後果；(3)核動力廠技術安全目標為採取一切合理可行的措施防止核動力廠事故；並在一旦發生事故時減輕其後果；以及對於在設計該核電廠時考慮過的所有可能事故，包括概率很低的事實，要以高可信度保證任何放射性後果盡可能小且低於規定限值，並保證有嚴重放射性後果的事故發生的概率極低。其對於核能電廠總的安全目標，應與世界各國一致。

監管部分，由國家核安全局依職權執行相關監管工作，目前大陸已發布專業性法律 1 部、行政法規 7 個、部門規章 20 多個，安全導則 80 多個；以及須具有核安全許可證包含核設施許可證、運轉人員執照、核材料許可證、核安全設備活動許可證、放射性物品運輸許可證等，簡述如下：

- (1) 核設施許可證：按設施選址、建造、首次裝料、運行和退役等階段設置；
- (2) 運轉人員執照：分為《運轉員執照》和《高級運轉員執照》兩種；
- (3) 核材料許可證：持有核材料數量達到規定限額；
- (4) 核安全設備活動許可證：包括境內活動單位許可證制度、境外活動單位註冊證制度、特種人員（無損檢驗、焊接）資格管理制度以及進口設備安全檢驗制度；

(5) 放射性物品運輸許可證。

其中與國內較不同者為核材料許可證及核安全設備活動許可證等二部分，大陸將核材料及設備製造均須取得認證許可。大陸核能工業除發展國內自用外，亦有企圖推廣至國外，本次大會亦安排具有參與國際智慧財產權談判實務律師，就有關核電技術輸出涉及智慧財產權的自我保護措施，以及避免如何侵權，以降低大陸核電技術輸出之衝擊。

此外，中國核能國際大會除聚集大陸核能相關企業，亦吸引核能國際廠商的參與（如法國 AREVA、美國 Westinghouse、韓國斗山集團等），會議內容展現大陸對於核能工業的投入、研發成果及企圖心，並提供有意進入大陸核能市場的了解平台。

圖 1 大陸目前的核能機組分布位置

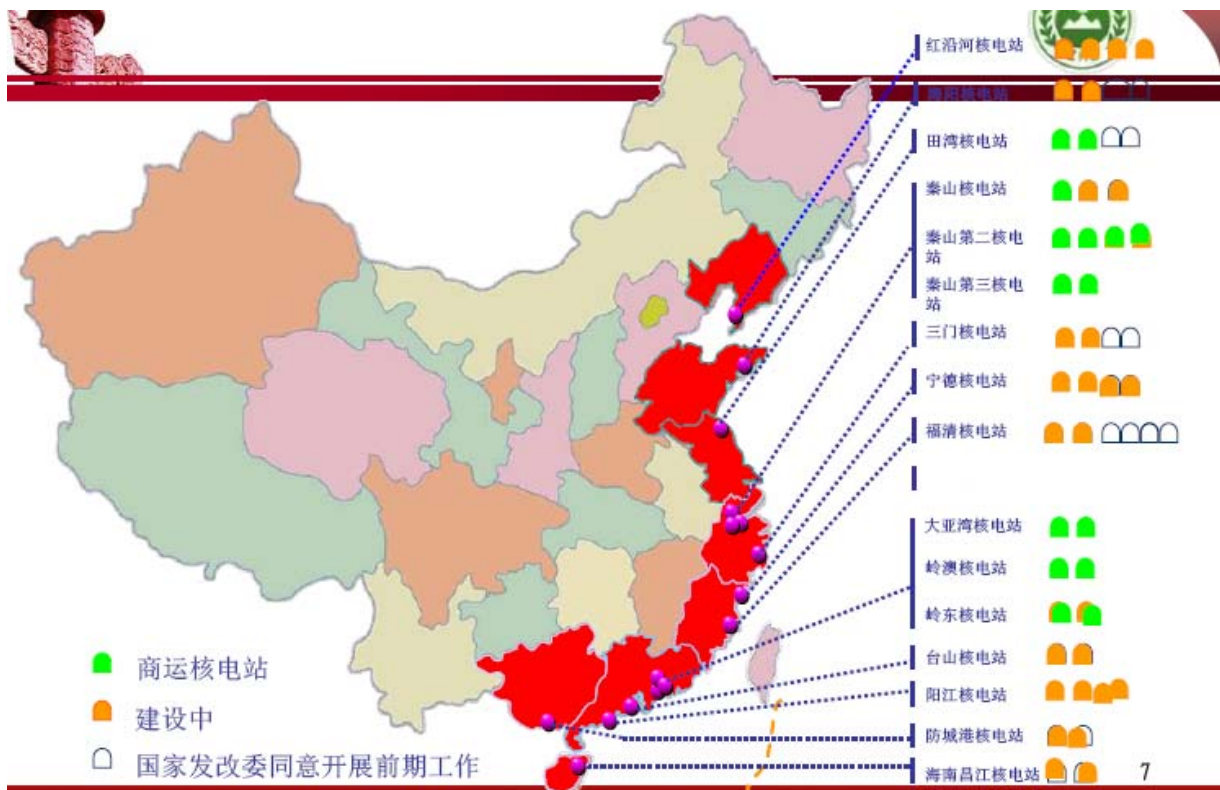


表 1 大陸運轉中的 17 部核能機組數據

核能電廠名稱	機組號	型式	額定功率 (Mwe)	燃料裝填日期	並聯日期	
秦山第一核電廠	CN-1	壓水式	310	1991.08	1991.12	
秦山第二核電廠	#1 號機組	CN-4	壓水式	650	2001.10	2002.02
	#2 號機組	CN-5	壓水式	650	2004.01	2004.03
	#3 號機組	CN-13	壓水式	650	2010.05	2010.08
	#4 號機組	CN-15	壓水式	650	2011.10	2011.11
秦山第三核電廠	#1 號機組	CN-8	重水式	720	2002.07	2002.11
	#2 號機組	CN-9	重水式	720	2003.03	2003.06
大亞灣核電廠	#1 號機組	CN-2	重水式	984	1993.06	1993.08
	#2 號機組	CN-3	壓水式	984	1993.11	1994.02
嶺澳核電廠	#1 號機組	CN-6	壓水式	990	2001.12	2002.02
	#2 號機組	CN-7	壓水式	990	2002.07	2002.12
	#3 號機組	CN-12	壓水式	1080	2010.04	2010.07
	#4 號機組	CN-14	壓水式	1080	2011.01	2011.05
田灣核電廠	#1 號機組	CN-10	壓水式	1060	2005.10	2006.05
	#2 號機組	CN-11	壓水式	1060	2007.03	2007.05
福建寧德	#1 號機組	CN-16	壓水式	1080	--	2013.04
遼寧紅沿河	#1 號機組	CN-17	壓水式	1080	--	2013.07

(二) 參訪核安全局及核與輻射安全中心

5/17(星期五)

由於前(100)年 3 月 11 日發生東日本大地震引發海嘯造成福島一廠嚴重核子事故，考量我國與大陸所有運轉與興建中的核電廠均位於沿海地區。因此，核能安全實為兩岸必須共同關切的重要項目之一。

根據 101 年 6 月 29 日正式生效的海峽兩岸核電安全合作協議，協議中規範雙方定期舉辦研討會加強交流，雙方第一次的管制交流暨專題研討會已於去年 12 月於大陸深圳舉行，並於其間針對地震/海嘯議題進行交流研討，預計今年 7 月陸方將來台參加海峽兩岸核電安全合作協議第二次工作業務交流會議。此次配合原能會管制單位赴北京，係先參加 5/15 及 5/16 兩天在北京舉行的第九屆中國核能國際大會(CNEC 2013)，再就近參訪大陸核安全局下的核與輻射安全中心。

下圖(圖 2)是大陸在福島核災後，目前最新的核與輻射安全監管機構的組織構架。

圖 2 大陸目前最新的核與輻射安全監管機構的組織構架



由上圖構架可看出大陸的核監管體系分三個層級(部/局-司-處)，其中核監管共有三個司，

其中負責監管核電運轉主要是二司，其下層的核電一處監管運轉中的核電廠，核電二處監管建設中的核電廠。此次參訪的核與輻射安全中心(前身爲 1989 年成立之國家核安全局北京核安全中心)，人員編制 600 人(目前已有 400 多人)，是核能管制最重要的技術部門，設有一個總工程師(目前爲柴國旱)及各掌管不同的技術知識板塊的副總工程師。大陸的核安全監督有五個法律層次，由上而下分別爲：國家法律、行政法規、部門規章、核安全導則與技術標準、其他規範性文件。

此次參訪是由陸方核安全局國際合作司的崔處長丹丹及核二司殷處長德健主持接待，地點在陸方核與輻射安全中心的簡報室，參加會議的陸方人員來自核與輻射安全中心的有副總工程師常向東，廠址與土建部負責人潘蓉及其下屬工程師楊堤，趙雷等，核與輻射安全研究所(也屬於核與輻射安全中心)的周國良等共有約 15 人，因爲陸方知道我們此行還要透過陸方核安全局的安排去山東海陽參訪最新的 AP1000 進步型壓水式核電廠的興建，加上我們此行也應陸方提議的討論重點之一是由中華科技大學的廖克弘教授簡報土壤結構互制程式 SASSI 的有效使用與地震樓板反應譜的平行驗證分析，因此陸方參與會談的人員主要是土建結構/地質地震等方面的專業。我方與會的是本報告作者周鼎及原子能委員會核管處的何恭旻科長，許明童技正及中華科技大學的廖克弘教授等共四人，如下圖(圖 3)。

圖 3 我方人員與陸方核安全局/核與輻射安全中心人員合影



陸/我方先一一介紹與會的人員，隨後分別由核二司殷處長及核與輻射安全中心常副總工程師介紹陸方的核安管制組織構架及目前陸方在核電廠地質/地震分析的一般情況，接著由我

方的廖教授簡報土壤結構互制程式 SASSI 的有效使用與地震樓板反應譜的平行驗證分析。

由於大陸核電廠的廠址均在低地震帶及地質堅硬的位置(以海陽核電廠為例，其土壤剪力波速在 1500m/s 以上)，所以地震設計值均在 0.15g~0.20g 左右，遠低於我們 0.4g 的標準，但隨著近年來在日本的幾個大地震均超過預估值，所以目前他們在興建中的最新的 AP1000 進步型壓水式核電廠也採用了 0.3g 的原廠標準設計，目前他們也才引進了土壤結構互制程式 SASSI(ACS SASSI)，但由於地質條件優越所以估計土壤結構互制的影響不大，反而是目前全世界最先興建中的 4 部 AP1000(包括在浙江的三門 1/2 號機及在山東的海陽 1/2 號機各二部)的圍阻體廠房上方，用來在緊急事故時提供冷卻的水源的大型水池在地震下的分析。由於廖教授對 SASSI 的了解與使用均很成熟，所以在雙方討論中，陸方的年輕工程師也問了許多問題，並咸認對工作上有很大的幫助，這點我們也感到高興，畢竟交流是雙方的，我們此次前往大陸參訪，陸方提供很大的協助，包括幫忙聯繫參加第九屆中國核能國際大會及參訪山東海陽 AP1000 型的核電廠興建工程，安排此次大陸核安全局及核與輻射安全中心的參訪，及之後並派員全程陪同前往山東海陽參訪 AP1000 型的核電廠興建工程，並提供在大陸期間必要的交通方面的協助。

(三) 參訪海陽核電廠

5/20(星期一)

本次參訪是於 5/19(星期日)由北京出發，由大陸國家核安全局環境保護部核與輻射安全監管二司王浩然先生陪同搭乘高鐵前往青島，再轉由前來青島接待的主管工程師楊勇一併陪同乘巴士車前往海陽。

5/20 上午由至海陽核電廠，並由該公司薛益鳴副總理兼總工程師、安全質保部李洪濤主任工程師及楊勇主管工程師等人員接待，另華東核與輻射安全監督站派駐海陽電廠孔祚監督員亦陪同本次參訪活動。

山東核電有限公司係屬於中電投核電有限公司之控股子公司，並分別由中電投核電有限公司、山東省國際信託有限公司、煙台藍天天投資控股有限公司、中國國電集團公司、中國核能電力股份有限公司、華能核電開發有限公司等出資於 2004 年 9 月成立，主要是山東海陽核電廠之設計、建造、營運管理等項目。

海陽核電廠位於膠東半島之海陽市，與青島及煙台距離各約 100 公里，且處於膠東電力負載中心，廠區可規劃安裝 8 部機組，因大陸官方要求同一廠址至多裝置 6 部機組，故海陽核電廠總工程分成 3 期安裝 6 部機組方式建造。第一期為 1、2 號的 2 台 100 萬千瓦級的 AP 1000 型壓水式反應器核能機組，並於 2009 年 9 月取得建造許可，以及同月進行首次混凝土澆置作業，原預定於 2014 年 12 月商轉，但目前似乎碰到了一些狀況，因此估計前述預定商轉日應會延後；第二期則於 2009 年 3 月獲得依 AP1000 型壓水反應器前期規劃作業之許可（即 3、4 號機組），並預定希望能於 2013 年 12 月取得建造許可，以及進行首次混凝土澆置作業及預定 49 個月的建造工期。

海陽核電廠 1~4 號機均採用 AP1000 型壓水反應器，AP1000 型反應器係美國西屋電力公司設計，並以被動式安全系統獲得美國核管會核准符合新一代反應器要求採用最先進數位化之儀表及控制系統，在事故發生 72 小時內可不需電力，也無需操作員動作。目前全世界已開工興建 8 部 AP 1000 型機組，分別於大陸浙江三門核電廠與山東海陽核電廠等，共計 4 部機組；另 4 部為美國 Vogtle 核電廠及 V.C Summer 核電廠各兩台。

因海陽電廠可規劃安裝 8 部機組之空間，且陸續展開第一、二、三期建廠工程，故電廠工程建造單位辦公室並非使用臨時工房，而係採一般行政大樓方式建造。我們此行首先於建廠行政大樓一樓參觀全廠區廠房佈置模型，再至簡報會議室由海陽電廠薛益鳴副總理兼總工程師簡報說明該公司的成立與組織架構、工程簡介及工程進度等，會中並與山東核電有限公司海陽核電廠之安全質保部、設管部及工程部等，就核電廠建造及監督過程中遇到的困難和問題，以及日本福島事故後全面提高核電廠設計及建造安全標準等進行交流。

海陽電廠 AP 1000 型機組係採用模組化設計及施工，基於電腦三維廠房模擬，可優化廠房佈置及適當的模組分割，且施工單純、品質固定，並可縮短工期。核島區由美國西屋公司設計並提供部分關鍵性設備，常規島區(BOP 部分)主汽機及發電機則由日本三菱公司(MHI)/哈爾濱動力公司提供相關設備。海陽電廠自 2009 年 9 月開始進行第一期建廠工程以來，目前一號機 84 項里程碑，迄今已完 43 項，工程由土建施工階段順利轉入主設備安裝高峰，已完成壓力容器、蒸汽產生器、爐內組件等關鍵設備之安裝定位，並於今年 3 月 29 日完成安全壳頂（圍阻體）封頂吊裝作業，以及反應器廠房生物屏蔽牆施工目前已至第 13 層。另各廠房施工圖大多發行，主要尚有核島區部分儀控管線圖(P&ID)及管道施工圖；BOP 則除儀控系統完成約 95%，其餘施工圖均已完成。會中並討論有關 AP1000 型機組耐震設計，其中有關「AP1000 核電廠圍阻體結構上面的“大水箱”(被動式安全壳冷却水儲存箱)在強地震條件下可否正常運轉」部分，海陽電廠說明其廠址地質相當精良，且 AP1000 機組係選擇地面水平加速度峰值為 0.3g 設計，並經美國核管會審查認可的地震裕度分析表明，在 95%可信度和 95%不發生損壞機率下，屏蔽結構建築物頂部的整體箱可承受 0.63g 的地震水平加速度峰值。惟陸方與會人員表示經地震分析後，部分設備仍可能無法滿足地面水平加速度峰值為 0.3g 設計要求。

另隨即前往海陽電廠一號機反應器廠房外圍參訪，並由安全質保部李洪濤主任工程師解說目前施工現況，以及至重件碼頭參觀關鍵設備運輸路徑。另因電廠模擬器進行安裝測試中，並未安排前往參訪，但環繞整個廠區，發現設備之儲存不多且較為整潔，或許是採模組化施工，零星組件較少。由於本次參訪時間較緊，仍可促進兩岸核能界進一步溝通與了解。

海陽電廠一號機原來預定 2014 年 12 月商轉，但目前發現重要主設備有些許缺失待改善，以及主要設計公司—美國西屋公司解決問題時程太長，而衍生整體建廠進度落後，且對未來測試仍存有潛在的疑慮，故如期商轉對於海陽電廠將是一大挑戰。海陽電廠所面臨問題多少與我們龍門核四電廠相同，但因 AP 1000 型同時有 8 部機組同時興建，應可獲得較多的經驗回饋。

三、心得

(一)、日本福島事故之後，兩岸民眾對於核能安全的疑慮也因此增加，尤其大陸最近的核電廠離我們距離約 100 多公里，有具體互信的核安資訊即時傳遞非常重要。此次參加在北京舉行的第九屆中國國際核能大會技術交流及參訪核能安全局核與輻設射安全中心是繼 2012 年 12 月兩岸第一次技術交流研討會的基礎上進一步的交流，將有助於了解大陸核電發展近況及核工業相關組織架構，及提升民眾對核能發電安全的了解程度。

(二)、大陸自 1991 年第一座核電廠秦山核電廠(310MWe)投入運轉至 2013 年 6 月底，核電運轉機組 17 台，裝機容量 1438 萬千瓦；在建機組 26 台，裝機容量 2780 萬千瓦，已經成爲目前全世界第四大核能發電國家；但機組種類複雜：有法國式的、俄國式的、加拿大式的、美國式的等等，給大陸一心朝向國產化及整合化帶來一定的困擾。而日本福島核電廠的核災後，核能安全的要求又更加提高，但新型核電廠的興建時程也一再推遲。

四、建議

由本次公差心得體會有下列一項建議:

日本福島事故之後，兩岸民眾對於核能安全的疑慮也因此增加，尤其大陸廣東、福建、浙江沿岸有很多的核電機組，兩岸的核能發電安全對彼此都有重要的影響，因此我們與大陸雙方對於核能安全管制及安全防護的強化功能等，未來應持續進行互動交流，增進相互的了解，以提升兩岸的核能發電安全。