

出國報告（出國類別：其他）

赴大陸四川成都動力院、西安交大及西  
安核儀器廠、廈門愛德森公司及廈門大  
學能源經濟中心參訪出國報告

服務機關：核能研究所

姓名職稱：郭木進 副研究員

邱太銘 副所長

高良書 研究員

莊俊 研究員

派赴國家：大陸

出國期間：101年11月15日~101年11月24日

報告日期：101年12月21日



## Abstract

Recently, China makes utmost efforts to develop the nuclear energy industry. In addition to handling partial mature design technology of foreign nuclear energy, China have independently designed, developed, and established thirty million watts pressurized water reactor nuclear power generator sets and owned 95% rate of self-manufacturing nuclear components. However, China still depends on foreign technologies about partial nuclear power generation components and pending processed waste materials with radioactive. Derivative products from INER High efficiency curing technology which are already transferred to the domestic firms in Taiwan are high demand ones for each nuclear power plant in China. In order to actually handle the hoard information about China nuclear waste materials and the operational situations about each nuclear power plant in China, INER appointed personnel to China Nuclear Power Design and Research Institute to collect relevant information and process technological interaction and exchange.

This public assignment is to discuss three waste technology development, reactor core operation, and materials and execution experience about nuclear power plant risk analysis with China Nuclear Power Design and Research Institute; to discuss new nuclear technology development and human resources training with Department of Energy and Power Engineering of Xi'an NCTU. Xi'an Instrument plant of China Nuclear Energy Industry Group Company is only one company with complete R&D and production capabilities on nuclear power plant radiation protection monitoring instrumentation systems. In addition, to discuss Non-destructive Testing instruments and technology with Andersen Company and to discuss such academic theories as energy economics model planning and parameters setting with Energy and Economics Research Center of Xiamen University. The purpose is to offer suggestions for INER Energy Center planning. Finally, China Nuclear Power Design and Research Institute plans to purchase INER adsorbent and expects to convene regular technology conference with INER to discuss relevant issues about nuclear energy technology.

## 摘要

大陸近年來極力開發核能發電工業，除掌握部份國外核電成熟的設計技術外，目前已自主設計、開發及建置 30 萬瓩之壓水式反應器核能發電機組與 95% 目標之核能零組件自製率。惟部份核能發電之組件及具放射性待處理廢料，仍需仰賴國外技術，而本所技轉給國內廠家之高效率固化技術衍生之產品即是大陸各核電廠極力洽購產品之一。為實際掌握大陸核廢料屯積資料及各核能發電廠運轉情形，本所派員赴設計研究院等蒐集相關資料及進行技術交流。

本次公差與大陸核動力設計研究院研談三廢技術開發、爐心運轉、材料探討及核電廠運轉風險評估之執行經驗；與西安交大能源與動力工程學院探討核能新技術之開發與人才培訓；而中國核工業集團公司西安儀器廠是大陸唯一具有較完整核電廠核輻射防護監測儀表系統研發和生產能力之企業。此外，與愛德森公司探討非破壞性檢驗(NDT)儀器及技術，並與廈門大學能源經濟研究中心討論能源經濟模式規劃、探討與參數擬訂等學術理論，做為本所規劃能源中心之參酌。

另核動力院規劃洽購本所之吸附劑，並期望與本所共同召開定期技術研討會，討論核能技術相關問題。

# 目 次

Abstract .....	i
摘 要 .....	ii
目 次 .....	iii
圖 目 錄 .....	iv
一、目 的 .....	1
二、過 程 .....	2
三、心 得 .....	29
四、建 議 事 項 .....	31

# 圖目錄

圖一 參訪團員拜會成都核動力研究設計院.....	3
圖二 成都核動研究設計院彭特別助理介紹.....	3
圖三 邱副所長簡介本所技術.....	4
圖四 成都動力研究設計院陳莉副主任簡報.....	4
圖五 成都動力研究設計院陳莉副主任簡報.....	5
圖六 成都動力研究設計院陳先林副主任簡報.....	5
圖七 中國核動力研究設計院組織結構.....	7
圖八 中國核動力研究設計院 核電專業技術中心組織架構.....	8
圖九 參訪團拜會西安交大能源與動力工程學院.....	12
圖十 能源與動力工學院組織架構.....	13
圖十一 核能事故處理程序.....	15
圖十二 參訪團與能源與動力工程學院討論.....	16
圖十三 西安交大高溫高壓水回路實驗設備.....	16
圖十四 西安交大鈉沸騰熱工水力實驗設備.....	17
圖十五 參訪團拜訪西安國營 262 廠.....	18
圖十六 西安核儀器廠研製之 X、 $\gamma$ 劑量儀.....	19
圖十七 西安核儀器廠研製之 $\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染測量儀.....	19
圖十八 西安核儀器廠研製之核輻射監測系統.....	20
圖十九 西安核儀器廠研製之核多功能測量儀.....	20
圖二十 西安核儀器廠研製之多用途輻射測量儀.....	21
圖廿一 戴經理說明 NDT 檢測儀器.....	22
圖廿二 戴經理說明 NDT 檢測儀器.....	22
圖廿三 戴經理說明公司設備.....	23
圖廿四 動車專用陣列渦流檢測儀.....	24
圖廿五 磁記憶金屬診斷儀.....	24
圖廿六 掌上型多功能渦流檢測儀.....	25
圖廿七 參訪團拜訪廈門大學能源經濟中心.....	26
圖廿八 廈門科協會副主席彭莉簡介廈門科學事務.....	27
圖廿九 參訪團與能源經濟中心討論能源模式.....	27

# 一、目的

- (一)大陸核動力研究設計院於 100 年 5 月 26 日曾表示擬與本所簽署合作意願書，並明確表示，擬請本所直接技轉高效率固化技術予該院。據瞭解大陸核動力設計院為大陸中核集團公司負責各軍、民有關核能研發機構，如核子艦艇、核能相關研究及民用核電廠設計與運轉、放射性同位素生產製造之研究機構，該設計院目前也投入核能廢料之固化研究。為實際瞭解及蒐集該公司發展脈絡及方向，並探討未來是否有可能推動合作空間，本次參訪意義重大，除蒐集各項資料外，擬規劃推動互辦研討會之空間。
- (二)西安交大能源與動力研究院為大陸培植核能體系之人材搖籃，包括大陸核能安全局、中核集團、中廣核集團及其相關事業或企業單位之主管大部份都出自西安交大及北京清華大學，而該系蘇主任、秋穗正教授均是大陸核安全局政策擬訂參與人員之一，亦是各大集團之事業單位及企業單位之審查委員。本次參訪除瞭解該系研發工作、人才培訓等方向外，亦規劃建立溝通管道，瞭解大陸發展核電廠技術之方向。
- (三)西安核儀器廠為大陸最大的核輻射監測系統唯一的集成商，對大型輻射偵測儀器及個人偵測裝置均有研發及量產。而本所核能儀器組對核能電廠之輻射偵測儀器及個人偵測儀器已涉入十數年之研發及準備技術移轉給廠商量產，本參訪團除蒐集西安核儀器廠量產方式及研發方向外，亦第一次接觸，建立溝通管道與探討合作之可行性評估。
- (四)愛德森電子公司為國際知名之儀器研製公司，在非破壞性檢驗上(NDT)具有一定份量，該公司林總經理為大陸非破壞性協會理事之一，並為大陸渦電流檢測教材的編寫單位之一及電磁無損檢測人員資格考試中心，其生產之產品包括超音波探傷儀、測厚儀、多功能綜合探傷儀、金屬磁記憶儀、渦電流儀器等等。其中金屬磁記憶檢測儀為近幾年國際上所發展之檢測技術，適合檢測因疲勞等因素所造成之材料老化部份，本所曾透過國內代理商洽購一台金屬磁記憶檢測儀，為擴充該儀器之檢測能力，擬與愛德森公司探討儀器校正及功能提昇等方式，增加本所檢測能力，降低核電廠風險因素。
- (五)因應組織改造，本所隸屬經濟部體制，未來有可能成立能源規劃小組，協助研提全國能源政策。目前正籌劃能源策略小組之人員、章程等。而廈門大學經濟能源中心，即大陸推動中國能源經濟發展及為政府相關單位提供政策諮詢與培訓中心，是大陸具國際先進水平的能源經濟、科研、諮詢及培訓機構。因此，本參訪行程主要係瞭解及蒐集大陸訂定能源政策時之各項參數、因素等之規範及思考模式，並將納入本所未來訂定各項經濟指標時之參酌。另規劃邀請該中心主任林伯強教授至本所演講。

## 二、過 程

### (一)行程

本次公差時間自 101 年 11 月 15 日起至 11 月 24 日止，共計 10 天，公差參訪人員包括本所邱副所長太銘、核工組高組長良書、技推中心莊主任俊及綜計組郭科長木進合計 4 員，其行程如下：

行 程					公差地點		工作內容	備考
月	日	星期	地 點		國名	地 名		
			出發	抵達				
11	15	四	桃園	上海	中國	成都	去程	
			上海	成都				
11	16   19	五   一			中國	成都	參訪成都動力院 1.彭雲康特助院情現況簡報。 2.高良書組長核研所核工組現況簡報。 3.就「除役及三廢處理」、「核電工程改造」、「核能安全分析評估」及「核電工程軟件研發」等議題進行討論及技術經驗交流。	
11	19	一 (下午)	成都	西安	中國	西安	路程	
11	20   21	二   三			中國	西安	參訪西安交大及西安核儀器廠 1.西安交大能源與動力工程學院秋教授就該系進行簡報，並由該系蘇主任討論人才培訓及核能新技術開發等議題。 2.參訪西安交大能源與動力工程學院相關核設施及實驗室。 3.參訪西安核儀器廠及就輻射偵檢器及大型輻射監測儀等進行討論。	
11	22	四	西安	廈門	中國	廈門	路程	
11	22   23	四   五			中國	廈門	訪問廈門愛德森公司及廈門大學能源經濟中心 1.愛德森公司戴經理簡介非破壞性檢驗儀器之效用反技術檢測。 2.參訪愛德森公司實驗室與儀器偵檢方向。 3.與廈門大學能源經濟研究中比就能源經濟模式規劃與參數探討進行學術討論。	
11	24	六	廈門	桃園	台灣	桃園	路程	



## (二)參訪與技術交流

### 1.參訪成都中國核動力研究設計院



圖一 參訪團員拜會成都核動力研究設計院



圖二 成都核動研究設計院彭特別助理介紹

11 月 16 日早上由大陸核動力院國際事務處胡俊科長協助引導進入會場，與會人員除本所 4 員外、成都動力院包含彭院長特別助理雲康、趙處長忠禮、冀處長麗、張所長勁松等約 30 人進行討論，經由相互介紹及雙方代表致歡迎詞後，進行議題討論，



圖三 邱副所長簡介本所技術



圖四 成都動力研究設計院陳莉副主任簡報



圖五 成都動力研究設計院陳莉副主任簡報

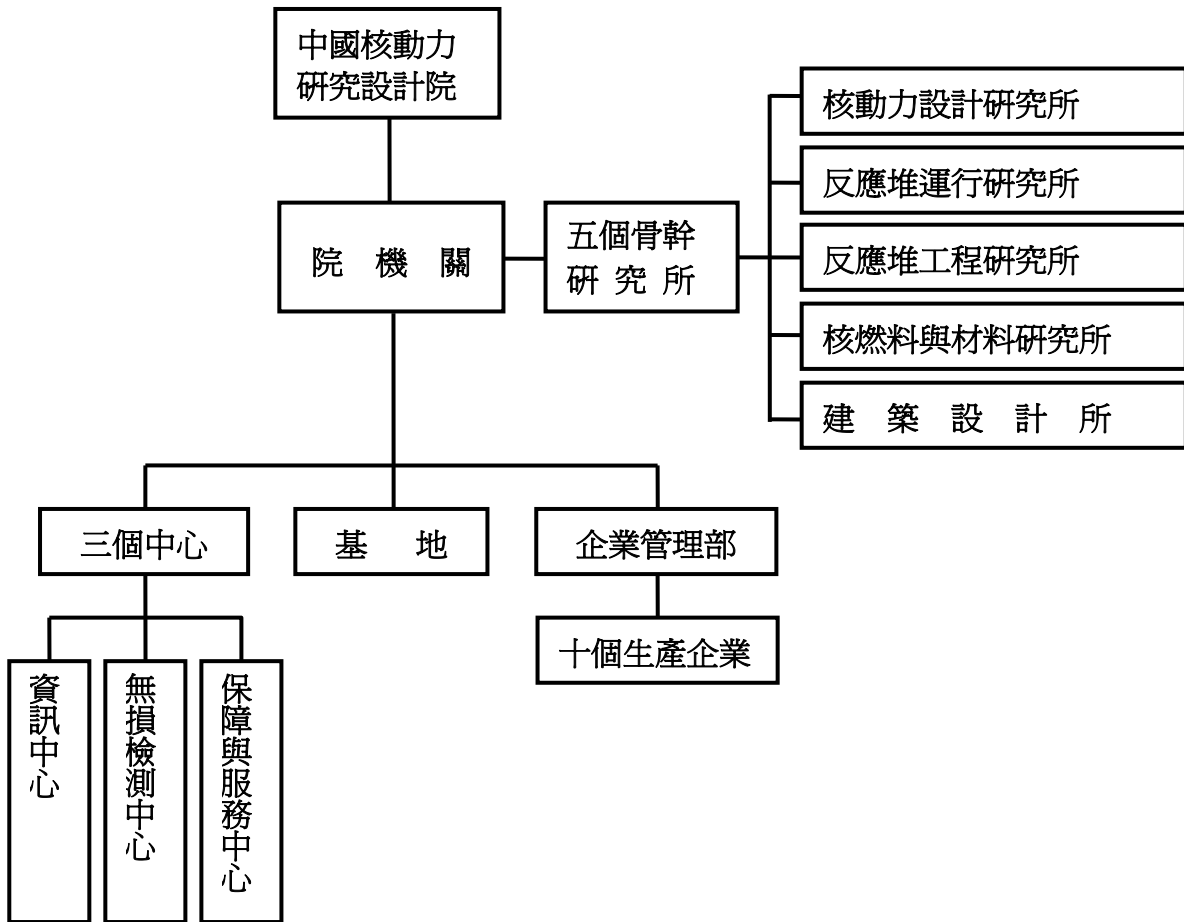


圖六 成都動力研究設計院陳先林副主任簡報

由動力院馬興均副總工程師簡報「除役及三廢處理」、李興義副總工程師簡報「核電工程改造」、陳莉副主任簡報「核安全分析評估」及陳先林副主任簡報「核電工程軟件研發」等 4 項議題。另外，由本所邱副所長簡報我所研發之三廢技術及固化技術、高組長簡報核工組目前營運簡介，經雙方人員各自簡報後，再進行討論及技術經驗交流。

大陸核動力研究設計院是大陸唯一集反應堆工程研究、設計、試驗、運轉及小量生產之大型綜合性科研基地和國家級戰略高科技研究設計院。該院成立於 1965 年，目前設有「核動力設計研究所」、「反應堆運行研究所」、「反應堆工程研究」、「核燃料與材料研究」、「核蒸汽供應系統設備集成供應」、「核燃料和材料研究」、「同位素生產和技術應用」等完整科學研究系統。

核動力院之特色係該院除執行專業人員之研發及生產外，亦可同時發給技術人員碩士、博士畢業證書，即在院務之人員均可一邊服務，一邊上課，其論文獲同意後，院長可頒發證書。其工作目的與學術研究合一，可縮短時間及增加效益。目前，核動力院擁有在職人員約 3600 餘人，各類專業技術人員約 2300 餘人，高級工程師以上技術人員約 900 餘人，中國科學院和中國工程院院士 4 人，博士生導師 29 人，碩士生導師 65 人，國家級和省級突出貢獻專家 43 人，另外享受政府特殊津貼專家 124 人。該院下設 5 研究所、1 個企業管理部和 1 個基地、3 個專業保障中心、90 多個實驗室(其中 2 個國家級重點實驗室)與 50 多個工程專業和學科，該院之組織結構圖如下：



圖七 中國核動力研究設計院組織結構

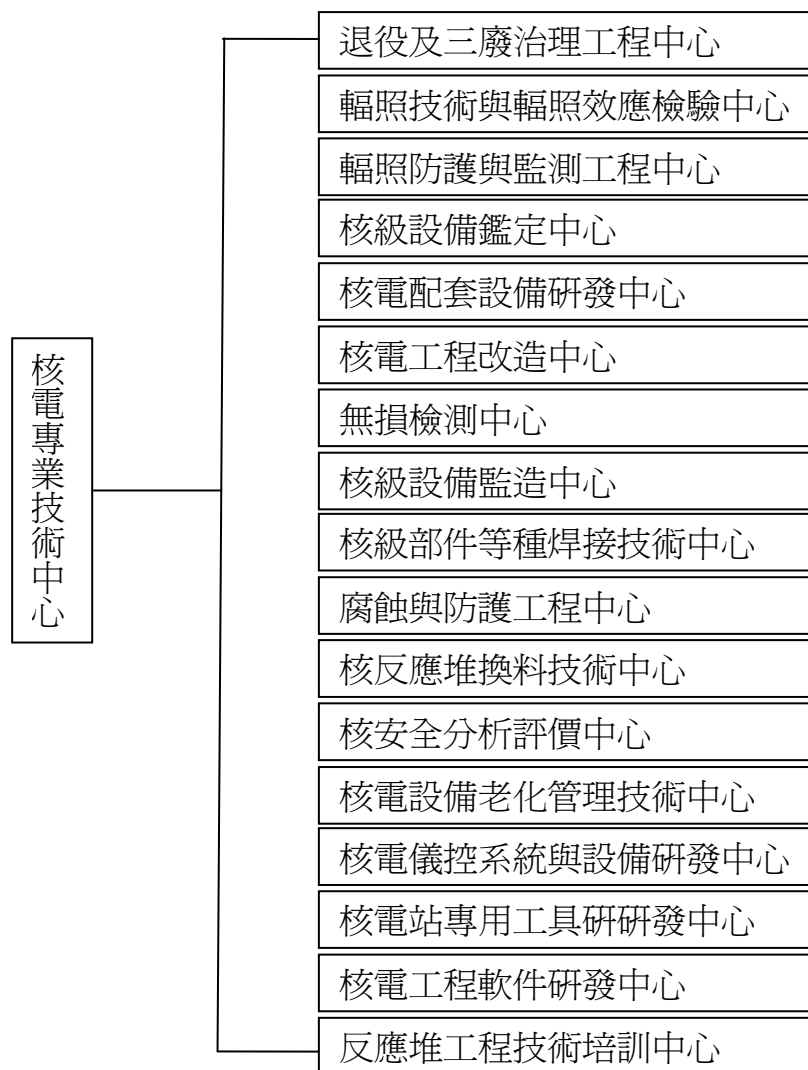
核動力院建造大陸第一壓水式核動反應堆(反應爐)、第一座高通量工程試驗堆、第一座脈沖反應及岷江堆和 2 座零功率裝置等 6 座核設施，目前正規劃新的綜合性核動力研發基地，預估 102 年完成啓動。該院在成都 615 實驗基地，擁有接近世界先進水平之 18 座各類試驗裝置。

此外，核力院通過 ISO9001-2000、GJB9001A-2001 標準質量體系認證，具備反應工程主導工藝甲級設計資格，具備核蒸汽供應系統集成採購和供貨能力。該院承擔完成反應堆及主冷卻劑系統設計的秦山二期核電站，開創大陸自主設計大型商用核電站的先河。併網發電後，主要經濟技術指標接近或達到世界先進國家之水平。目前承擔大陸所有二代加核電項目核島主系統或核蒸汽供應系統的工程設計與技術服務，包括秦山二期擴建、嶺澳二期、紅沿河、福清、方家山、寧德、陽江、南海昌江、田灣等核電工程。

核動力積極致力於核電研發，培育了具有自主知識產權的國產化核電機組CP1000、CPR1000，承擔新一代壓水堆核電站研究開發、核能海水淡化、核能低溫供熱、超臨界水冷堆技術預先研究，在大型先進壓水堆核電重大項目中承擔重大責任。

爲了推動自主核電站，核動力院目前執行「核電站換料設計」、「工程改造」、「老化管理」、「安全審查」、「核島檢修」、「核設備鑑定」及「三廢處理」等各項專業技術研究，其性質與本所極爲相近。

爲因應極速發展之核能發電，大陸核動力研究設計院投入大量經費及人力從事爐心設計、核電工程軟件研發等等，其規模如下述：



圖八 中國核動力研究設計院 核電專業技術中心組織架構

(1)核設施退役與放射性廢物治理工程中心

業務範圍：核設施退役及三廢治理方向的系統設計和設備集成、三廢處理系統技術研發和工程實施、退役技術研發與工程實施、三廢處理系統調試、運行、維護和退役專用設備的研發等。

(2)輻照技術與輻照效應檢驗中心

業務範圍：輻照技術研究與應用、輻照損傷機理分析和評價、燃料元件及材料輻照效應分析與評價、核材料及料輻照行為模擬計算研究、燃料組件檢查設備研發、燃耗分析及放化分析、輻照裝置設計與開發、輻照考驗回路設計(BOCA 輻照裝置、高溫高壓輻照裝置等)、電站壓力容器輻照監督設計、試驗與評價、一回路水質監測、分析與控制技術等。

(3)輻射防護與監測工程中心

業務範圍：放射性測量技術研究及產品研發、核電站輻射監測系統設計及集成供貨、屏蔽裝置設計與屏蔽性能測試、屏蔽材料的研發和生產、屏蔽工程設計與施工、放射性環境監測與評價、放射性測量儀校準實驗室設計、放射性測量儀表檢定與維護及專用設備的研發等。

(4)核級設備鑑定中心

業務範圍：設備力學分析和評定、振動試驗、地震試驗(包括建築抗震試驗)、熱老化濕熱試驗、失水事故(LOCA/MSLB)環境鑑定試驗、輻照試驗、泵閥性能和壽命試驗、流體阻斷試驗、控制棒驅動線運行性能和壽命試驗等。

(5)核電配套設備研發中心

業務範圍：在建核電工程的配套產品研發和產品供貨、在役核電站備品備件供貨、在役核電站系統設備改造供貨。

(6)核電工程改造中心

業務範圍：一回路系統改造技術論證及設計、工藝系統分析；一回路系統管道改造及分析評價；核級管道振動分析評價及解決方案；核級管道及設備

缺陷分析評價及解決方案；物項替代論證、設備/系統運行狀態監測、故障診斷及分析、反應堆檢修換料期間應急事故處理技術支持、其他技術諮詢與技術支持等。

(7)無損檢測中心

業務範圍：民用核安全設備無損檢驗、核燃料元件及材料無損檢驗、核設施及承壓設備管道無損檢測、先進無損檢測方法及系統研發、民用核安全設備無損檢驗人員培訓等。

(8)核級設備監造中心

業務範圍：民用核安全設備監造、核動力裝置及研究堆核安全設備監造；核設施建設項目中重大設備採購監造、其他重要設備監造和專業監造技術諮詢等。

(9)核級部件特種焊接技術中心

業務範圍：民用核設施建造及運行中的焊接工程及技術服務、軍用核設施建造及運行中的焊接工程及技術服務、特種焊接技術及系統研發；特種焊接材料開發、特種焊接技術人員的培訓及其它焊接工程及技術服務等。

(10)腐蝕與防護工程中心

業務範圍：反應堆結構材料的腐蝕與防護研究、材料與環境相容性研究、設備的腐蝕檢查與評估、腐蝕老化和腐蝕失效分析、防腐工程設計與實施、防腐新材料及防腐新技術研發、防腐管理和技術支持、腐蝕與防護知識培訓等。

(11)核反應堆換料技術中心

業務範圍：核電廠換料技術服務、核電廠燃料管理策略改進論證、核電廠燃料組件生產駐廠監造、核電廠運行優化改進論證、緊急換料論證等。

(12)核安全分析評價中心

業務範圍：主要承擔在役核電站核安全相關的技術服務，包括：電廠運行事件評價；電廠系統改進與評價、事故管理導則研製與優化、仿真研究、安全評價的獨立驗證、基于風險指引的技術服務、安全審查及技術支持等。



(13)核電設備老化管理中心

業務範圍：老化與延壽評價通用技術研究、老化監測技術和緩解技術研究、輻照老化機理研究、材料老化機理研究與評估、核電站關鍵設備(壓力容器、堆內構件、蒸汽發生器、主泵、穩壓器等)和管道電纜等的老化與延壽研究；核級部件材料失效分析和性能評價等。

(14)核電專用工具研發中心

業務範圍：核電站檢修設備/工具研發、一回路主設備安裝工具設計供貨、燃料及其他放射性物質輸容器研發；固體廢物減容處理技術研究；核電站展示模型及培訓模型設計供貨等。

(15)核電儀控系統與設備研發中心

業務範圍：核電站及研究堆儀器、儀表和控制保護系統的研發、技改服務，重點為反應堆核測量系統、堆芯測量系統、過程測量系統、棒控棒位系統、棒電源系統、保護系統、控制系統、停堆斷路器和鬆脫部件與振動監測系統等儀表系統，定期試驗裝置、各類專用測試儀器、核級專用電纜和接插件、核電站及研究堆儀控系統的諮詢服務等。

(16)核工程軟件研發中心

業務範圍：核電工程堆芯物理設計軟件、熱工與安全分析軟件、燃料組件性能分析軟件、嵌入式儀控設計軟件、核反應堆數字樣機與安裝/維護/換料仿真系統、工程數據庫系統、工程管理系統等核電工程專用軟件開發等。

(17)反應堆工程技術培訓中心

業務範圍：負責與核電技術有關培訓業務的宣傳規劃，利用我院現有的核應反堆設施和試驗裝置，開展反應堆一回路系統和設備設計培訓、一回路系統測試培訓、三度系統運行測試培訓、運行人員操作培訓、核設施維修技能培訓、無損檢測人員培訓以及力學測試分析培訓等。

## 會議討論事項

- (1)大陸目前有 14 座運轉中核能電廠，內陸核能電廠之興建，目前暫時停止審批，目前大陸內陸之審批作業已暫緩(預計 3 年內不在內陸建置核電廠)；但沿岸地區建置核能電廠之作業，已開始陸續進行審批作業，而產生之核能低放廢料為數不少，擬與核研所雙方合作(如技轉、委託或其他方式)，共同開創核能產業。
- (2)大陸第一座核能電廠預定於 12 年後到達年限，其發電容量僅 300MW，有可能進行徐役計畫，台灣核能研究所擁有除役技術，建請本所與核動力設計研究院合作，

或是由動力院提供經費，由核研所推動執行。

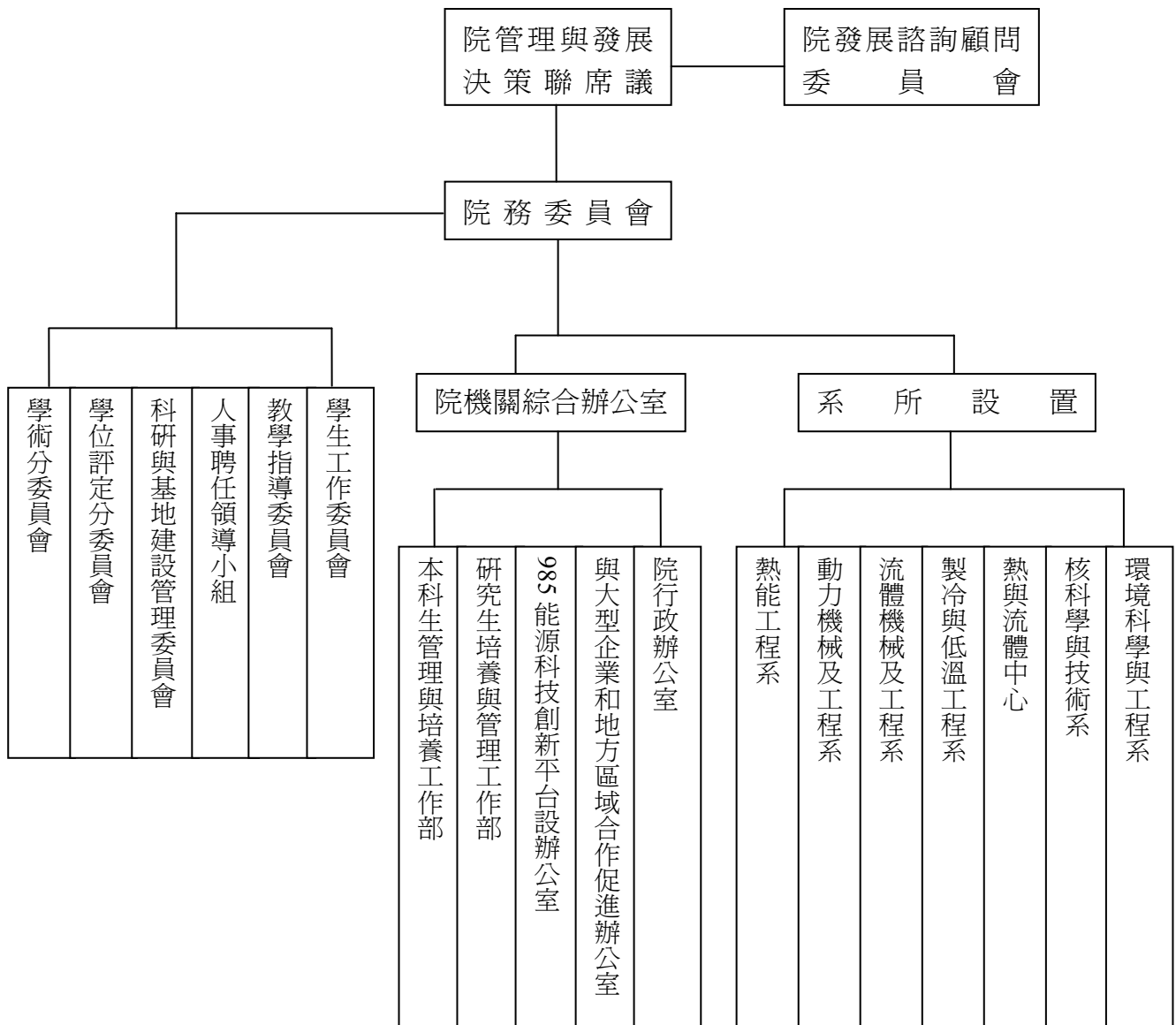
- (3)核動力院規劃提供經費向核研所購「無機吸附劑」請核研所研議購買的作業方式及手續。
- (4)為配合技術經驗交流，建議採固定式舉辦研討會模式，建立雙方交流管道。
- (5)核動力院領導原預計 101 年 10 月參訪核研所一案，因大陸主管機關未核准，擬規劃 102 年 5 月參訪，請核研所協助規劃。
- (6)兩岸核能安全已納入研議，雙方再努力將核能技術部份納入兩岸搭橋計畫項目內。
- (7)大陸目前低放射性廢料存量不少，正積極規劃推動等離子焚化作業，核研所擁有此項技術，請雙方共同推動產業化。
- (8)建議以三廢技術為目標，直接與核動力院進行技轉或合作。
- (9)請核研所研議，雙方如何合作人員培訓及計畫推動。
- (10)請核動力院提供大陸核燃軟件資料給核研所參酌。

## 2.參訪西安交通大學能源與動力工程學院

因應遷校及院系調整，1994 年西安交通大學將能源與工程系和動力機械工程系合併成立能源與動力工程學院，並於 2004 年將環境與化學工程合併後，完成目前之能源與動力工程學院。聘請能源與動力工程、工程熱物理、核能科學與工程等領域專業教師約 170 人、院士 1 名、中國科學院院士 2 人、國家突出貢獻專家 8 人、特聘教授 4 人及教授 75 人、副教授 59 人。



圖九 參訪團拜會西安交大能源與動力工程學院



圖十 能源與動力工程學院組織架構

11 月 20 日早上由能源與動力工程學院秋穗正教授協助引導進入能源與動力工程學院，並由秋教授簡報該院執行核能電廠相關研發計畫、合作之關係事業單位及人才培訓與西安交大成立之相關資料。其中在核能方面的課程著重於(1)核反應堆熱工水力與安全、(2)反應堆物理、(3)核反應堆動力學與控制，而在核技術與應用上則著重於(1)核輻射探測與圖像診斷、(2)加速器技術、(3)輻射防護與屏蔽材料、(4)同位素電池研究、(5)放射性源項及環境影響。秋教授表示，由於大陸目前正加速建置

核能發電廠，每位教授除負擔本校課程及研究生授課外，尚須肩負大陸事業機構及公務機關委任之評審作業與他校之專業課程授課。此外，自 1997 年以後該院培養的學生，比例高達 98%均在核電相關領域就業，其中在大亞灣、嶺澳、秦山三期、田灣、陽江、名山、漳州等核電廠即有超過 1000 畢業生。

秋教授並說明該院在專業上運用之簡介：

#### **(1)輻射探測技術研究**

進行下一代木阻性板室探測器、同步輻射 x-ray 探測的研製和參與大面積高增益基于 MCP 技術的光電倍增管研究。並應用於新一代核反應堆和聚變、反應堆等中子/ $\gamma$ -輻射場的能譜等關鍵參數測量。

#### **(2)圖像診斷技術研究**

建立了「半影成像針孔+閃爍光纖成像陣列」系統。研究利用該系統實現核聚變、核裂變反應區及放射源區圖像的診斷。

#### **(3)輻射屏蔽材料研究**

研製重量輕、體積小、對中子及  $\gamma$  混合輻射場有很好屏蔽效果的新型屏蔽材料，並獲專利。

#### **(4)輻照效應研究**

在集成電路輻射效應研究方面，開展了半導體器件計算機模擬仿真，研製過多種器件和集成電路的輻射效應測試系統，利用各種輻照裝置進行過多種半導體器件的輻射效應研究。

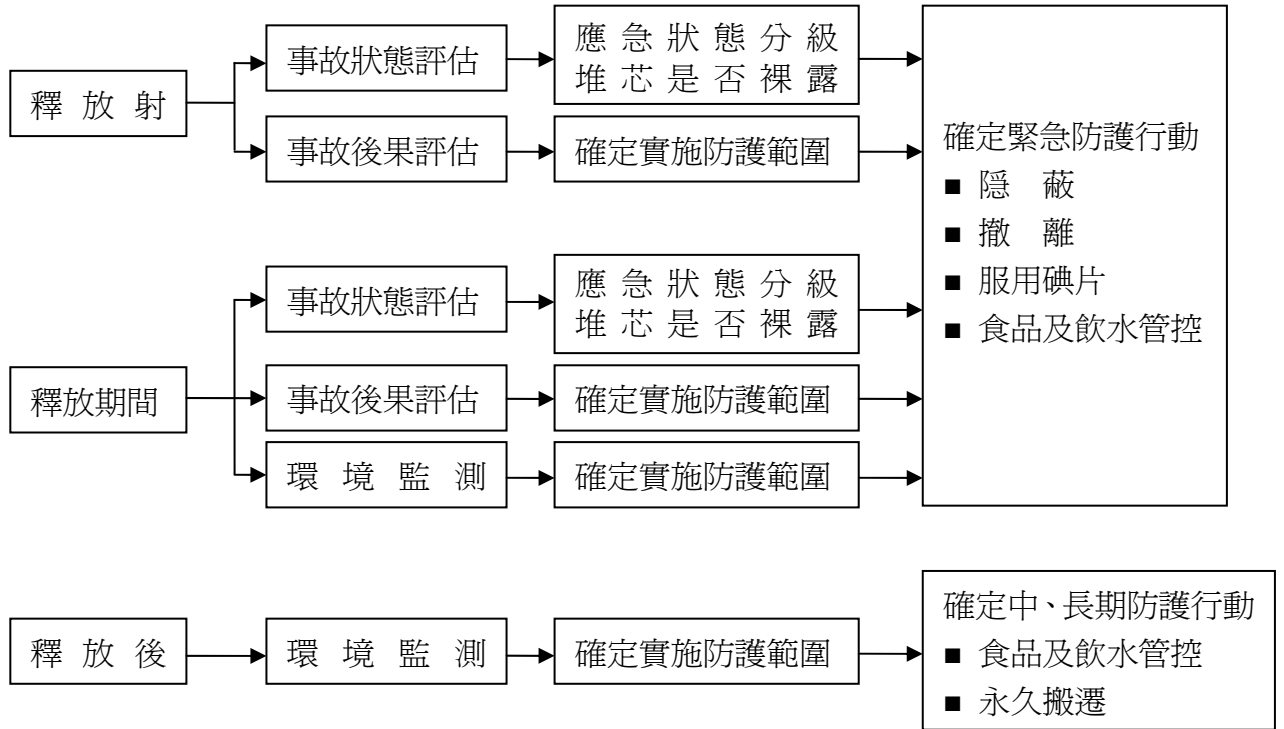
#### **(5)加速器質譜應用研究**

西安加速器質譜中心建成大陸領先的  $I^{129}$  實驗室，擁有分析水樣、土樣、植物等各種環境樣品的能力，參與大陸高放廢物地質處置研究。

#### **(6)同位素電池研究**

設計多種復合型同位素電池，開展次臨界核電源研究，並獲大陸專利。

#### **(7)核事故放射性源項及環境影響評估**



圖十一 核能事故處理程序

此外，秋教授帶領我們參觀西安交大設置之重大實驗室平台包括：

- (1) 鈉沸騰熱工水力實驗室
- (2) 高溫高壓水回路實驗室
- (3) 核電廠仿真系統實驗室
- (4) 加速器質譜中心
- (5) 核輻射物理與防護實驗室
- (6) 併行計算工作站



圖十二 參訪團與能源與動力工程學院討論



圖十三 西安交大高溫高壓水回路實驗設備



圖十四 西安交大鈉沸騰熱工水力實驗設備

## 會議討論事項

- (1)西安交大能源與動力研究院每年約有 6000 萬台幣之校外委託計畫，目前有一項工作「熔鹽堆之研究」尚缺人力，若核研所或國內清華有專業研究人才，可建議雙方合作，由該院提供研究經費。
- (2)在大陸核能政策之擬訂，不外乎大陸中科院、成都核動力研究院等之事業機構，但在人力配置及專業上，規劃擬訂之單位會委託西安交大、清華大學專業老師協助草擬單項研究計畫，核研所在台灣具核電經驗，建議雙方可以合作。
- (3)為瞭解雙方之專業性，可以藉由互訪或舉辦研討會模式，建立兩方溝通管道。

## 3.參訪西安核儀器廠(國營 262 廠)

11 月 21 日上午 09:10 至大陸國營 262 廠參訪，由該廠研究所劉所長杰帶領資深高級工程師接待，除進行簡報說明 262 廠目前營運狀況、人才培訓、及推廣市場外，並進行核能偵測儀器及專業技術討論，由劉所長親自簡報及說明。



圖十五 參訪團拜訪西安國營 262 廠

西安核儀器廠(國營 262 廠)隸屬大陸中核集團下之企業單位，建於 1969 年，是中核集團公司所屬大型儀器、儀表企業，也是大陸最大的核輻射監測系統唯一的完整公司，具有 30 多年從事核輻射監測儀器和核技術應用監測設備的研發、生產、安裝和維護等之核儀生產廠。經劉所長表示，該公司員工接近 800 人，其中專業技術人員含高級工程師、工程師等約 300 人，爲了負擔本身之營運成本與收支平衡，目前積極投入大型儀器、儀表的研發及生產工作，銷售範圍擴及大陸各核電廠及歐美等先進國家。

依據大陸 125 規範，於 2025 年原規劃推動 64 部核能機組運行計畫，由於日本 311 福島事件影響，該所劉所長表示，目前大陸內陸之審批作業已暫緩(預計 3 年內不在內陸建置核電廠)；但沿岸地區建置核能電廠之作業，已開始陸續進行審批作業，因此，該所生產之大型輻射偵測儀器及個人偵測裝置，爲配合大量內需，已加緊研製及生產中。另依據劉所長表示，大陸目前約有 19/20 之輻射監測系統(包括軟體及硬體之研製)由大陸國內生產、製造及供應各核能電廠使用，而約 1/20 之設備則由國外進口，基於 262 廠目前尚未掌握關鍵技術，因此，引進之歐、美等國之設備，經彙整統計，其進口價格相當昂貴，進口成本爲該公司生產價格之 30 倍之多。





圖十六 西安核儀器廠研製之 X、 $\gamma$  劑量儀

### 曾獲得國家優質產品銀質獎和金質獎

一種攜帶方便的輻射防護儀錶。它具有靈敏度高、能量回應範圍寬、重量輕、功耗低等特點，具有測量劑量率與測量劑量兩種功能，經校正後還可測  $\beta$  射線的吸收劑量率或吸收劑量。

X 射線醫療、放射性同位素應用和原子能工業等有 X 或  $\gamma$  輻射的場所使用，對於高電壓器件場所產生的軟 X 射線也是適用的。



圖十七 西安核儀器廠研製之  $\alpha$ 、 $\beta$  表面污染測量儀

本儀器主要用於監測放射性工作場所和實驗室的工作臺面、地板、牆壁、手、衣服、鞋等表面的  $\alpha$  或  $\beta$  放射性污染的活度。

本儀器可給出三種不同的音調： $\alpha$  音響、 $\beta$  音響和報警音響，可以指示高壓和電池電壓，具有超載保護功能。本儀器的主要特點是：體積小、功耗小、環境溫度引起的誤差小、元器件的完整度高。



圖十八 西安核儀器廠研製之核輻射監測系統

主要用於檢測核電站、核設施等重要部位的核輻射情況，對核電站或核設施的一回路、二回路、程序流程、排出流、區域放射性進行即時監測。核輻射監測系統對保護工作人員及公眾免受輻射照射和保護環境是至關重要的，該系統提供的監測資訊對保障核電廠安全運行有著重要作用，對分析和判斷故障和事故有著重要價值。



圖十九 西安核儀器廠研製之核多功能測量儀

### 主要技術性能

具有六種測量功能：1>腎圖、2>分腎血漿流量、3>腎小球過濾、4>甲狀腺抑制率、5>甲狀腺吸碘有效半衰期測定、6>甲狀腺吸碘功能。對各種功能的測量診斷報告，程式都給出各項臨床的最常用參考值。



圖二十 西安核儀器廠研製之多用途輻射測量儀

RAM DA 2000 系列多用途輻射測量儀,是一種精緻的微處理儀器,適用範圍寬,可用於區域測量,污染檢測,預置放大倍數,高劑量鎖定讀數。

## 會議討論事項

- (1)核研所研發輻射應用儀器有那些？其中，是否有專利等智財權，如何進行推廣及銷售。
- (2)西安核儀器廠生產之大型輻射監測儀器及個人偵測器，已有部份銷往巴基斯坦，核研所研發之儀器是否有銷往其他國家。
- (3)核研所已規劃核能電廠之除役計畫，在除役計畫中是否已規劃有那些偵測儀器或設備，兩岸是否可合作研發。
- (4)兩岸對儀器之研發都有研究，建議每年或 2 年辦一次研討會，相互提供研發心得及成果。

## 4.參訪廈門愛德森公司

11 月 21 日上午由西安搭飛機趕往廈門，下午抵達後，即刻驅車趕往廈門軟件園區之愛德森總公司，由業務部經理戴永紅等人引進辦公室後，進行參訪相關事宜。

戴經理表示，該公司員工約 100 人，年營業額接近 8000 萬人民幣，其中 NDT 事業部專業從事無損檢測儀器的開發、研製、生產與運用服務達數十年，並不斷引進國際領先技術，創新觀念，生產產品包括「復合材料綜檢測儀」、「渦流掃頻檢測儀」、「多功能電磁檢測儀」、「掌上型多頻渦流檢測儀」、「電磁、超聲、聲阻抗檢測系統」等數十件產品，銷售管道包括中國、美國、義大利、俄羅斯、韓國、澳大利亞及台灣等 30 餘國。



圖廿一 戴經理說明 NDT 檢測儀器



圖廿二 戴經理說明 NDT 檢測儀器



圖廿三 戴經理說明公司設備

戴經理重申，該公司獲得 ISO9001 組織生產質量管理，是中國空軍、海軍、陸軍航空兵種唯一指定的渦流儀生產廠，也是大亞灣核電站、中國國家質量技術監督局、中國核試驗基地、中國運轉火箭研究院 NDT 儀器選用單位。自 2004 年起該公司因超音波檢測儀之市場較大，也開始生產超音波探傷儀和測厚儀。近幾年更生產掌上型之數位化儀器，兼具探傷與測厚功能，探傷功能除了一般儀器之 A-Scan 紀錄方式外，也增加 B-Scan 之記錄。而其測厚的部份又有單晶、雙晶探頭、包覆層等方式，測厚範圍可薄至 0.2mm，測厚時可技除油漆等保護層之厚度，直接測量鋼板厚度，而不需將油漆刮除。由於操作簡單，已大量用於消防人員對公共場所安全之檢測。

戴經理也展示其代表性儀器之功能，讓我們了解，如圖廿一展示之儀器產品與功能展示之照片。此外，近年來該公司亦積極發展系統化之檢測設備，供生產線使用。訪問時參觀他們為核能單位設計的以電容法測量間隙的系統，採用片狀渦電流線圈探頭，間隙測量的精度可達 0.02mm；另外，也參觀正在為棒材生產組裝 Phased Array 超音波檢測系統，採用 128 晶片之線形(linear)探頭，其軟體係由該公司研發，而探頭之研製則委由大陸廣州公司。

## 會議討論事項

- (1)兩岸非破壞性檢驗之專有名詞定義有些不同，感謝核研所的幫忙，目前正加緊制訂中，規劃明年即可有不同名詞相同定義之書刊加以明訂。
- (2)兩岸在非破壞性檢驗技術各有專長，今年 7 月在廈門及金門辦理學術研討，希望更加緊密的協助，創造更好的技術。
- (3)核研所在核能電廠之檢驗技術相當完好，希望能與愛德森公司合作，創造更好佳績。



圖廿四 動車專用陣列渦流檢測儀



圖廿五 磁記憶金屬診斷儀



圖廿六 掌上型多功能渦流檢測儀

## 5.參訪廈門大學能源經濟研究中心

11月23日早上由廈門科學技術協會彭莉副主席協助引導進入廈門大學能源經濟研究中心，該中心林伯強主任因事不在廈門，委由該中心姚昕教授協助簡介，能源經濟研究中心成立於2005年7月，以從事能源經濟學理論和應用研究，設先進核能研究所、化學能源研究所、生物能源研究所、太陽能研究所和能源研究中心，為政府及相關單位提供：(1)政策諮詢、(2)人才培訓、(3)能源與宏觀經濟模型之建立、(4)能源政策分析、(5)能源戰略選擇、(6)能源與環境之評估等策略，並推行「以學術促發展、以發展帶學術」之方針，共吸引23位研究人員，其中有20位為博士、國外專家9位及校外專家6人。

姚教授更說明中心的發展目標為：

- (1) 科學研究：積極參與政府重大政策及決策諮詢，提供政策研究報告，定期刊登工作論文。
- (2) 人才培訓：加強國內學術交流合作研究，促使學生科研人員儘快獲得學位，投入研究工作。
- (3) 項目諮詢與決策服務：該中心與世界銀行、亞洲開發銀行及聯合國環境署等提供政策分析，並密切與政府部份接觸，建立合作關係，進入政策政決策之規劃。

討論會中姚教授提到廈門大學能源經濟中心加入大陸全國能源分佈規劃計畫，並在大陸 12 個 5 年計畫內提供核能、風力、太陽能等能源政策，在日本 311 事故前，原規劃核能發電佔相當重之提昇比率，但在日本 311 事故後，目前有部份核能發電機組暫停審批，打破原來之規劃，現在大陸能源局正執行新能源投入之修正計畫，在新規劃未提出前，大陸對核能發電執行面上，停留在觀望階段。

此外，該中心提供大陸電價模擬規劃，如電價過低，則該中心會提高電價價格之參考模式供決策單位研判。惟在大陸調整電價價格時，須考慮人民的承受度，因此，每次調升約在人民幣 1 分/度。由於大陸天然氣之來源由俄羅斯輸入，姚教授表示，俄國在商業道德評估不高，因此，大陸一直在調降天然氣之使用率。再者，對於油價價格之訂定，廈門大學在研提報告時，先採用問卷，並適時提供採證資料供政策決定。依目前，大陸在推動油電價格調整時，採 22 天調整一次，其調整時間，遠大於台灣，因此，廈大能源經濟中心正研議提案縮短調整時間。而為了讓老百姓能安心，目前大陸的做法是由第三者提供研究報告，再提供政府能源局發佈政策。



圖廿七 參訪團拜訪廈門大學能源經濟中心





圖廿八 廈門科協會副主席彭莉簡介廈門科學事務



圖廿九 參訪團與能源經濟中心討論能源模式

## 會議討論事項

- (1)廈大能源經濟研究中心如何提供經濟參數及規劃？依姚教授告之，其參數由國家電網提供，再由該中心執行市場調查及驗證後，列入報告計算標準。
- (2)明年兩岸可能辦理兩岸能源經濟研討會，期望核能研究所能參加。
- (3)希望邀請能源研究中心林伯強主任至核能研究所演講，並請姚教授協助傳達。
- (4)廈門大學能源經濟研究中心擬與台灣核能研究所推動合作，並優先由雙方具體提出研究項目，共同討論後，才決定合作形式，請核研所審慎考慮。

### 三、心得

- (一)為落實本所各項研發成果產業化之目標，並規劃有系統的推展，本所應考慮透過技術發展藍圖(Technology Development Road map)等之科技管理方法，優先「選定利基市場」及「決定利基產品」，再經審慎分析後，加速技術開發。大陸目前除 14 部核能機組運轉外，尚有數部核能機組興建及試俾，規劃在 2025 年會有接近 46 部核能機組正式運轉發電，其市場中包括核能零組件之供應(如閘門、泵、碼達、管件等等)及核能計畫研究之提出、執行，確實有想像空間，核研所若能提早佈局，協助國內企業與大陸發電業接觸、推介，並引導業者投入研發、生產，對國內企業及市場就業將幫助不少。此外，本所研發之「乾式貯存技術」、「核能零組件驗證」、「核電廠風險評估」、「核電廠老化技術評估」、「高效率固化技術」與「電廠功率提昇」等等具有完整之技術，如何透過包裝、宣傳及引荐、推廣等方式，透過技術移轉等方法委由國內廠商負責推廣應用於大陸市場，在核能無國界之觀念上，協助解決部份核能電廠運轉安全，需要一套完整之規劃計畫，以因應未來之龐大市場。
- (二)成都動力院第一研究所執行之水泥固化技術(方與本所有差異)，其相關技術來源是技轉德國公司(目前應用於秦山一期)，但效果比本所之研發成果稍差，由研發處冀副處長麗推動之水泥固化技術研究，傾向技轉本所技術，請本所慎審評估。而該所自行研發磁性吊具，做為搬運固化桶使用，似乎不及本所自行開發之無人搬運系統。
- (三)大陸核電發展受日本福島事故影響，已放慢開發腳步，內陸地區也暫緩審批，惟沿岸地區除短暫觀望後，已開始進行審批作業，各相關核能機構仍不斷需求人才，從國外技轉技術，而且在實驗室、設備更新部份均投入大筆經費。相對我國除停止全部開發外，連興建中的核四是否運轉，尚未明確。惟我國在軟體運用及十數年的電廠運轉經驗，可做為兩岸互補接觸之可能性，若能緊密合作，截長補短，將互蒙其利。
- (四)依西安交大提供之訊息得知，在大陸核能政策之訂定政策，事業單位如中核總、中廣核等之下屬單位負責執行推動，而學校則負責人才培訓，相關機制之運行有一套模式可循。如本所為政府研究單位，並具有專業性，可做為政策之擬訂之單位。相關做法，本所可審慎評估推動。
- (五)愛德森電子公司所開發的掌上型超音探傷與測厚儀，體積小攜帶方便，在探傷功能方面，具有大型儀器之 A-Scan 與 B-Scan 記錄顯示，在測厚功能方面可量測薄至 0.2mm 之鋼板，且可透過保護層之油漆量測，使用極為方便，是工業界檢測很好的工具。

- (六)廈門大學能源與經濟研究中心提供大陸政府相關機構油、電及能源等之政策模式，並協助大陸市場提供能源運行參數，其中含括油電之調升策略及價格訂定，大中國未來能源分佈情形、需求狀況及模擬規劃，可做為本所成立能源策略小組之參酌。
- (七)大陸的企業單位已推行盈虧自負的理論，因此，企業單位若需生存，必須具備技術及產品開發達一定水準。因此，核研所的技術或研發成果加快技轉國內產業，尚可赴大陸開拓商機。
- (八)大陸高速發展核電，在人才方面有明顯斷層，若膨脹太快，重蹈美國三哩島或 311 日本福島事故，恐有一夕停滯，因此，核能專業人才應有合適的長期培訓計畫。

## 四、建議事項

- (一)本所研發之高效固化方法與三廢處理技術，在大陸可接受度高，況且本所已技轉 2 家廠商執行推廣。可考慮由廠商在第一線推廣，負責核電廠現場展示、說明。本所與大陸事業單位合作、辦理研討會等方式，從旁協助。
- (二)從參訪過程得知，各單位都非常歡迎與本所合作，大陸在核電規劃方面，未來市場在人才及技術方面都有需求，而本所研發之 PRA、乾貯、數位儀控、核電廠功率提昇、高效率固化技術、電漿焚化等技術均可應用於大陸核能廠內，截長補短。建議對大陸考慮成立工作小組，並包裝現有技術，藉由交流及研討會模式，進行推廣，否則俟大陸與國際合作，日後在進行擴廣將事倍功半。