

出國報告（出國類別：其他）

赴大陸與核安全局、中核集團及中廣核
集團設計院、中科華研究院與北京廣核
利公司討論技術交流合作

服務機關：核能研究所

姓名職稱：施建樑

陳明輝

高良書

田景光

馬殷邦

郭木進

派赴國家：中國大陸

出國期間：98年12月21日~98年12月30日

報告日期：99年2月12日

Feasibility Study for the Cooperation with the Nuclear Related Organizations of China

ABSTRACT

According to the assignments of Atomic Energy Council (AEC), a team with members from INER and Taiwan Plastic Company was organized to visit the China Guangdong Nuclear Power Group (CGNP) and China Nuclear Safety Agency (CNSA) etc.. The purposes of this business trip included as follows:

- (1) Discuss the possibility to hold a regular nuclear safety regulatory techniques seminar between AEC and CNSA.
- (2) Discuss the possibility to establish a periodical test of the emergency response system between AEC and CNSA.
- (3) Discuss the possibility to establish a mechanism of mutual recognition on nuclear grade equipment delication between AEC and CNSA.
- (4) Discuss the possibility to cooperate high efficiency solidification technique, radwaste plasma melting technique, power uprating, digital control & information system, nuclear grade equipment delication, operation simulation and reactor core safety calculation between INER and CGNP.

Because of the detail preplanning and the face to face discussion, this trip was very successful. The further cooperation of two sides between Taiwan Strait could be highly expected in the near future.

Keyword: nuclear power, industry, nuclear safety

Institute of Nuclear Energy Research

赴大陸與核安全局、中核集團及中廣核集團設計院、中科華研究院與
北京廣核利公司討論技術交流合作

摘 要

本次大陸公差之目的為奉 原能會之命，與大陸核安全局就「定期舉辦核能安全管制技術交流會」與「建立緊急應變連繫管道」兩議題進行商談；此外，與核安全局之協商尚包括「兩岸核安全設備管制與鑒定技術交流」。而前往中廣核集團則是就高效率廢棄物減容固化技術、電漿焚化熔融技術、核能同級品(替代物件)檢證、電廠功率提昇及效能改善計畫、電廠運行模擬(仿真)與數字控制技術及核堆芯分析等進一步商議。經過事前規劃與當面溝通，本次參訪已順利按原構想完成，並已展開與大陸相對應機構之交流合作。

關鍵字：核能、產業、核安全

核能研究所

目 次

1. 目的.....	1
2. 過程.....	2
2.1 會晤中廣核工程設計公司(設計院)聽取數位儀控系統與仿真技術之 執行現況簡報及參訪儀控設計驗證中心(12/22 行程)	3
2.2 會晤中廣核中科華研究院公司聽取簡報、參觀現場及交換意見(12/23 行程)	7
2.3 會晤中核集團公司交換未來交流合作意見(12/25 上午行程)	37
2.4 會晤北京廣利核公司聽取說明及交換意見及參觀永豐基地(12/25 下 午行程)	37
2.5 會晤中國核學會聽取說明及交換意見(12/28 上午行程)	41
2.6 會晤中國核行業協會聽取說明及交換意見(12/28 下午行程)	41
2.7 會晤環境保護部台灣事務辦公室洽談「定期舉辦核能安全管制技術 交流會」、「建立應急連繫管道」與「兩岸核安全設備管制與鑒定技 術交流」及交換意見(12/29 行程).....	42
3. 心得.....	43
4. 建議事項.....	49
參考文獻.....	51
附件一、參訪期間之照片.....	52

圖目錄

圖 1 中科華研究院公司組織架構.....	9
圖 2 中科華研究院員工職稱與學歷配比.....	9
圖 3 大亞灣與嶺澳核電站歷年來放射性廢棄物產生量.....	18
圖 4 核電站廢物暫存庫QT(混凝土桶).....	20
圖 5 核電站廢物暫存庫QS(400L鋼桶).....	20
圖 6 中廣核集團成立「設備鑒定與認可中心」架構.....	26
圖 7 大亞灣核電站大型LOCA試驗設施.....	34
圖 8 大亞灣核電站雜質試驗設施.....	34
圖 9 大亞灣核電站核島不可接近設備試驗與研發中心.....	35
圖 10 北龍處置場大略.....	37
圖 11 廣利核公司在非安全數位儀控系統方面之發展歷程.....	39
圖 12 大陸數位化儀控系統國產化路線圖.....	40
圖一-1 2009 年 12 月 22 日拜訪中廣核設計院與高峰副院長座談.....	52
圖一-2 2009 年 12 月 22 日參觀中廣核設計院儀控設計驗證中心.....	52
圖一-3 2009 年 12 月 23 日訪問中科華研究院與鄒勇平副總經理座談.....	53
圖一-4 2009 年 12 月 25 日上午拜會中核集團楊長利副總經理.....	53
圖一-5 2009 年 12 月 25 日下午參訪北京廣利核儀控公司.....	54

表目錄

表 1 拜訪地點、時間、單位、人員與工作內容重點.....	2
表 2 大亞灣與嶺澳核電站各式廢棄物安定化方式.....	19
表 3 嶺澳 18 個月換料專案介紹——進度安排.....	21
表 4 中廣核各運行核電站之功率提升重要參數.....	23
表 5 中廣核集團核電站廢棄物處理前後之體積比較.....	30
表 6 北龍處置場建置過程之重要里程碑.....	36
表 7. 大中華核能產業經濟體在環境、市場、組織與產業方面的具體目標 與做法.....	46
表 8 赴大陸進行實質交流之做法建議.....	47

1. 目的

- 一、奉 原能會之命，與大陸核安全局就「定期舉辦核能安全管制技術交流會」與「建立緊急應變連繫管道」兩議題進行商談。
- 二、與大陸中廣核集團繼續就高效率廢棄物減容固化技術、電漿焚化熔融技術、核能同級品(替代物件)檢證、電廠功率提昇及效能改善計畫、電廠運行模擬(仿真)與數字控制技術及核堆芯分析等進一步商議交流合作。
- 三、與中核集團、中國核學會及核行業協會，協商參與學術研討會與核工業展等活動。

2. 過程

本次公差自 98 年 12 月 21 日起至 12 月 30 日止共計 10 天，扣除飛機行程之來往與星期例假，實際工作共 5 天，拜訪單位、人員與工作內容重點如下表 1：

表 1 拜訪地點、時間、單位、人員與工作內容重點

地點	時間	拜訪單位、人員與工作內容重點
深圳	12/21(一)	1430-1630 桃園機場至深圳寶安機場
	12/22(二)	0900-1700 會晤中廣核工程設計公司(設計院)高峰副總經理，聽取儀控所江國進副所長、張堅先生簡報數位儀控系統與仿真技術之執行現況及參訪儀控設計驗證中心(行程一)。
	12/23(三)	0900-1800 會晤中廣核工程公司(研究院)鄒勇平副總經理，聽取中科華研究院公司簡報、參觀現場及交換意見(行程二)，詳如下： 徐文兵總工程師：研究院總體介紹 黃文有主任：補充說明各討論議題 黃來喜總工程師(環保公司)：大亞灣、嶺澳核電站低、中放廢物處理處置情況介紹 李雷所長：核反應堆芯設計及安全分析 張臣剛高工：CPR1000 在役核電站反應堆功率提升和提高熱效率重大改進 錢建華高級經理：中廣核核級設備鑒定管理 吳帆經理(北京仿真公司)：仿真公司及業務介紹 呂永紅高工：核電站中低放固體廢物高效減容技術交流 向文元所長：參訪核級設備鑒定中心 何文新總經理：參訪北龍處置場
	12/24(四)	1100-1400 深圳寶安機場至北京首都機場
北京	12/25(五)	1030-1200 會晤中核集團公司楊長利副總經理，雙方交換未來交流合作意見(行程三)
		1400-1800 會晤北京廣利核公司，聽取肖玉華總監簡報及交換意見，並參觀永豐基地(行程四)
	12/26(六)	資料整理
	12/27(日)	資料整理
	12/28(一)	1000-1200 會晤中國核學會，聽取李冠興理事長說明及交換意見(行程五)
	1400-1600 會晤中國核行業協會，聽取馬鴻琳秘書長說明及交換意見(行程六)	

	12/29(二)	1400-1700	會晤環境保護部台灣事務辦公室姜葦副主任洽談「定期舉辦核能安全管制技術交流會」、「建立應急連系管道」與「兩岸核安全設備管制與鑒定技術交流」及交換意見（行程七）
	12/30(三)	1220-1520	北京首都機場至桃園機場

2.1 會晤中廣核工程設計公司(設計院)聽取數位儀控系統與仿真技術之執行現況簡報及參訪儀控設計驗證中心(12/22 行程)

1. 數位儀控系統執行現況

深圳中廣核工程設計有限公司(CNPDC)是大陸首家業務範圍較為齊全的核電專業設計公司，創建於 2005 年 5 月，註冊資金 2,000 萬元人民幣，由中廣核工程有限公司和廣東省電力設計研究院共同出資組建。設計公司擁有工程諮詢(核電、火電、建築)甲級資質證書、工程設計甲級資質證書（包括火電、核電電力行業甲級和核工業行業(反應堆工程甲級)，通過了 GB/T19001-2000、ISO9001:2000 品質管制體系認證，並獲得深圳市科技局頒發的高新技術企業認定證書。設計公司定位於核電專業總體設計院，主要業務領域集中在核電工程諮詢、工程設計及建造中核電工程和運轉中電廠的技術支援和服務等方面。包括核電廠的前期規劃、廠址查勘、初步可行性研究、可行性研究、建議書、許可證申請等相關技術諮詢；核電廠的總體設計、初步設計、核電廠核島及其相關系統詳細設計、現場服務等；運轉中核電廠的更新改造設計、技術支援服務及電廠退役設計等。目前設有總體所、反應堆與安全分析所、核島系統所、常規島系統所、電氣所、儀控設計所、公用設施所、土建設計所共 8 個專業設計所和項目管理部、經營計畫部、品質管制部、科技管理部、財務部、綜合管理部、黨群工作

部、資訊文檔中心等職能部門和輔助生產部門，並在上海成立了上海分公司。目前員工約 1,400 人，預計擴充至 2,000 人。

中廣核工程設計公司(設計院)儀控所負責中廣核核電廠儀控系統設計工作，具備火電、核電系統設計經驗，員工約 160 人。中廣核發展大型先進壓水式核電廠 CPR1000，依科技發展及國際趨勢採用數位化儀控系統，以電腦、網路通訊為基礎的分散式控制系統，進一步引入和開發診斷技術、智慧化報警技術、資料庫技術、符合人因工程要求的人機界面、先進的主控室等現代化技術，並採用系統化的控制室功能分析和功能配置、運轉員作業分析等人因工程設計技術，以及導向核電廠安全狀態的運轉員支援系統包括智慧診斷與智慧報警為基礎的電腦化操作程序等。大陸從 1996 年開始在田灣核電站(俄羅斯 VVER-428 反應器)引進數位化儀控系統(AREVA/SIEMENS--Teleperm XP+Teleperm XS)，至今系統已成功運轉。目前建造中的核電廠如嶺澳二期，已開工和納入計畫開工的紅沿河、甯德、陽江等 CPR1000 系列核電專案，也全部採用數位化儀控系統(安全級 DCS 採用三菱 MELTAC 平臺，非安全級 DCS 採用和利時公司的 HOLLiAS 國產化平臺)。數位儀控系統技術仍然基於「引進、消化、吸收、發展、創新」的總體策略，以田灣核電站和嶺澳二期核電站為技術引進的基礎上，在紅沿河、甯德、陽江等核電計畫，實現核電廠數位化儀控系統的國產化(與國內 DCS 生產廠家成立廣利核公司)。同時對於今後的三代 EPR 和 AP1000 核電站，也將全部採用數位化儀控系統。

大陸數位化儀控的應用和發展歷程乃基於電腦技術、網路技術快速發展和廣泛應用，已有多種成熟、可靠的 DCS 商業產品。大陸火力發電機組已成功應用自主知識產權的 DCS，與國外 DCS 產品形成競

爭的局面。60 萬和 30 萬火力發電機組已累積了使用 DCS 系統的經驗，秦山一期/三期，大亞灣/嶺澳核電站一期也累積了使用某些數位技術(如資料獲取，常規島控制)的經驗。並擷取了國外核電廠使用 DCS 系統的經驗，如：Chooz B 和 Civaux，Sizewell-B，Temelin Unit 1&2 和日本的 TOMARI #3。大陸也逐步開發與應用電腦化的核電廠專用設備產品，諸如：核子量測系統、爐心儀錶系統、控制棒系統。安全系統的軟體研製、開發、鑒定已有相應的標準可使用，並有多家公認的權威認證機構。

田灣核電站儀控系統採用全數位化方案(1996 年)，西門子公司為儀控系統的主要承包商。西門子公司的 Teleperm XP(TXP)系統，應用於田灣核電站非安全相關控制系統，Teleperm XS(TXS)系統應用於安全及安全相關系統的控制保護。嶺澳二期核電項目(2005 年)儀控系統，以田灣核電站數位化儀控系統為參考電站，也採用了 Teleperm XP+Teleperm XS DCS 系統，但是從嶺澳二期開始首先實現了主控室設計自主化，包括人機界面首次應用智慧化報警抑制技術、採用 SOP 事故安全導向程序書和所有程序書和報警系統的數位化(電子化)。

根據大陸國務院核准的《國家核電發展專題規劃》，到 2020 年，核電裝機上網容量約 4,000 萬千瓦，也意味著平均每年有多台百萬千瓦的核電機組上線運轉。作為擁有大陸大部份核電市場的中廣核集團而言，是一次前所未有的發展機遇，但同時也面臨著在多個核電基地同時開工建設多個核電機組的挑戰。作為核電站的中樞神經系統，中廣核採取「引進—消化—吸收—發展—創新」的核電站數位化儀控系統策略。因此，根據國資委的要求結合核電市場需求，中廣核集團在北京成立首家核電 DCS 公司—廣利核公司，規劃專案(紅沿河專案 4

台機組、寧德項目 4 台機組)實現核電站數位化儀控系統完全自主化製造。CPR1000 系列擴建核電站安全級 DCS 採用三菱 MELTAC 平臺，非安全級 DCS 採用和利時公司的 HOLLiAS 平臺。並逐步實現完全國產化之目標。

1991 年歐洲電力生產公司成立機構研發 EPR 三代壓水式核電站，其各項性能指標滿足 EUR(European Utility Requirements)。2007 年 11 月中法簽訂合同成立臺山合資公司在廣東臺山建設 EPR 三代核電站。EPR 三代核電站數位化儀控系統，仍然採用 Teleperm XP(升級為 SPPA-T2000)+Teleperm XS 方案，但在安全儀控系統優先順序邏輯輸出部分，也進一步採用了多樣化設計方案(優選電腦+繼電器邏輯)。目前大陸引進和採用的，以及今後國產化的核電站數位化儀控系統，由於多採用市場上成熟和主流產品並成系列升版和改進，因此，它的適應性非常好，不僅可以適用於秦山一期、大亞灣等核電站的改造、CPR1000 二代加核電站建設，對於三代 EPR 和 AP1000 核電站甚至高溫氣冷堆、快堆等四代核電站，都是適用的。

2. 參訪儀控設計驗證中心

中廣核集團公司「數位儀控設計驗證中心」屬於由中廣核工程公司、廣利核系統工程公司、大亞灣核電運營管理公司、核電技術研究院北京分院，共同承擔的「國家 863 科研計畫」之「核電行業重大工程自動化成套控制系統」專案計畫之一環，主要目的是建置壹個數位儀控設計驗證平台(如圖)，結合系統模擬技術、儀控模擬技術與主控制室人因工程技術，做為儀控系統設計驗證與主控制室人因工程設計

驗證之設施，實現了設計、驗證、儀控設備發展、運轉、系統改造之完整體系。

2.2 會唔中廣核中科華研究院公司聽取簡報、參觀現場及交換意見(12/23 行程)

1. 研究院總體介紹

於 2006 年註冊成立，註冊資金 4.3 億元，其中中廣核占 87.5%，華能集團占 12.5%。計畫增資至 5.6 億元，中廣核獨資。中科華核電技術研究院以解決大陸核電工程建設、生產運營中的應用技術問題為己任，以共用技術能力建設為基礎，以推進核電技術的自主創新為宗旨，以提高核電機組的安全性、可靠性、經濟性為目標。最終將研究院建成以核電運營技術為重點學科方向，集核電基礎技術研究、應用技術研究、技術支援服務為一體的國家級一流研究院，成為大陸核電科技創新體系重要的組成部分，中科華研究院組織架構如圖 1 所示。

- 學術機構：學術委員會、科學技術委員會
- 職能部門：
 - 總經理辦公室
 - 科技管理部
 - 綜合管理部
 - 財務部
 - 安全質保部
- 專業中心
 - 反應堆工程設計與燃料管理研究中心
 - 工程改造技術研究中心

- 電站運行技術研究中心
- 資訊技術中心
- 在役檢查中心
- 先進能源技術研究中心
- 先進燃料研發設計中心
- 分公司：
 - 北京分院
- 子公司
 - 蘇州熱工研究院有限公司
 - 註冊資金 13,650 萬元，研究院占 100% 股權
 - 中廣核檢測技術有限公司
 - 註冊資金 8,000 萬元人民幣，研究院占 75% 股權
 - 中廣核（北京）仿真技術公司
 - 註冊資金 2,000 萬元人民幣，研究院占 51% 股權

主要業務涵蓋堆芯設計、先進燃料管理、安全分析、源項計算與評價、環境影響評價、嚴重事故、核燃料迴圈研究、概率安全評價、核事故应急管理、電站役前和在役檢查技術支援、設備監造、材料留樣、工藝評定、設備鑒定、金屬材料性能評估、設備運行狀態評估、強度評估、壽命評估與老化管理、工程改造、運行評估、經驗回饋、根本原因分析、運行與維修優化、熱能動力、資訊技術、全範圍仿真機開發、先進核能技術跟蹤研究、風能及太陽能等新能源技術跟蹤研究等相關技術領域。

中科華研究院員工總數約 1,100 人，員工的職稱與學歷配比如圖 2。

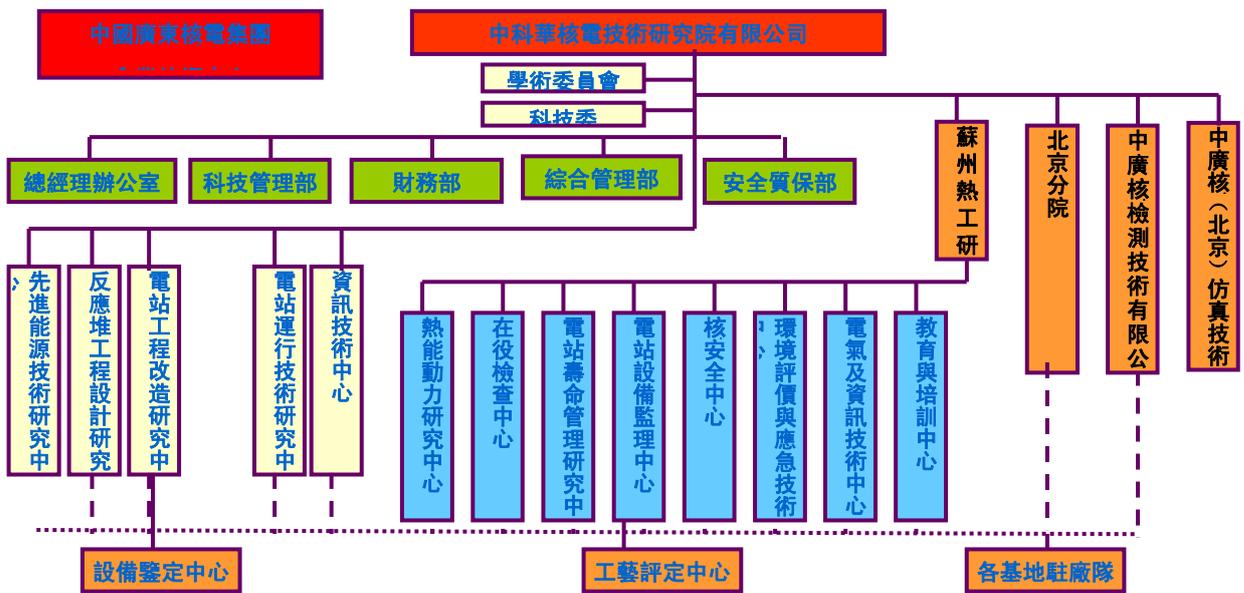


圖 1 中科華研究院公司組織架構

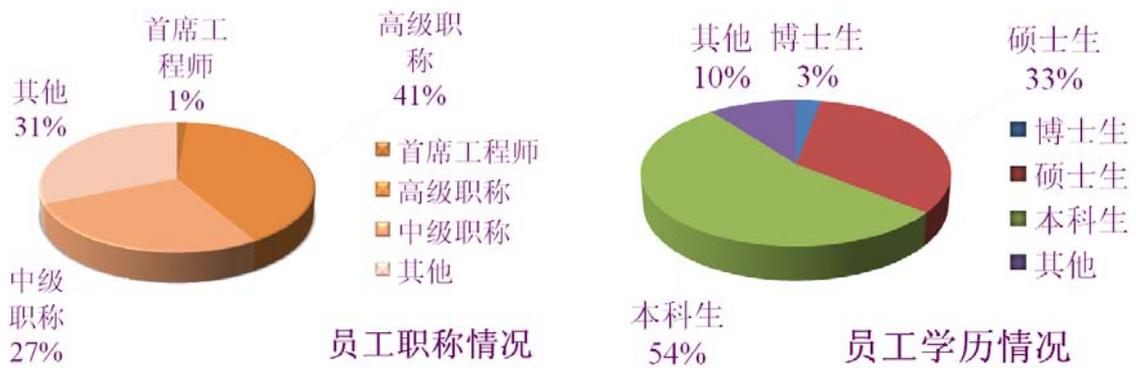


圖 2 中科華研究院員工職稱與學歷配比

核心業務板塊

(1) 反應堆工程與核燃料

以穩固概率安全評價技術以及環境影響評價技術等在國內的技術優勢、實現堆芯自主化設計並在國內率先掌握首爐長週期換料設計技術為代表，不斷提升在國內的技術影響力：

- 堆芯設計
- 燃料管理
- 安全分析
- 源項計算與評價
- 嚴重事故分析
- 環境影響評價

(2)核電站設備品質與可靠性管理

在國內科研院所率先建立核電站全壽期品質與可靠性管理體系，並以建設國內一流的設備鑒定與工藝評定中心保障 CPR1000 核電設備國產化進程：

- 設備監造、材料留樣、工藝評定、設備鑒定
- 設備運行狀態診斷與評估（含腐蝕管理、安全評定、可靠性管理、在役檢查等）
- 金屬材料性能評估、強度評估、壽命評估與老化管理

(3)技術支援與服務

以建設銜接應用技術研發與技術應用的中間環節，並以建設標準化的批量技術改造方案、專業化的經驗回饋體系促進 CPR1000 的技術發展：

- 電站工程改造
- 運行評估
- 經驗回饋

- 根本原因分析
- 運行與維修優化
- 熱能動力
- 電站役前和在役檢查

(4) 仿真技術業務

通過國內外技術合作，掌握核電站仿真技術並建設電站全範圍仿真機開發平臺，同時利用仿真平臺開發電站性能測試、分析技術以進一步拓展仿真技術的應用範圍：

- 核電站全範圍仿真機開發
- 其他仿真技術研發

(5) 先進核能技術與新能源技術

將依託參與高溫氣冷堆重大專項、聯合開展超臨界水堆技術研究，積極推進第四代核電技術的儲備，跟蹤快堆等第四代核電技術，並積極開展其他新能源研究：

- 高溫氣冷堆研究
- 超臨界水堆技術研究
- 其他新能源研究

(6) 資訊技術支援與服務

在國內形成與核電工程與生產技術相結合的技術特色，建設集資訊系統集成、核電工程與生產管理資訊系統開發與應用、資訊技術保障與服務為一體的技术體系。

主要中心簡介

(1) 反應堆工程設計研究中心

專業定位：以電站燃料管理與堆芯設計、核安全分析、輻射環境影響評價、廠址選擇與評價為主要任務，建設堆芯評價分析、安全分析、源項計算與評價、劑量分析與環境評價的技術鏈。專業現狀：已承擔或參與大亞灣、嶺澳核電站燃料管理（包括換料堆芯設計與燃料管理改進）、燃料性能評價、安全分析與嚴重事故管理、源項與遮罩分析計算以及放射性評價，具備甲級環境評價資質並系統開展了多個核電站各階段環境影響評價工作，系統開展了核電站廠址選擇與評價工作，在嚴重事故管理、環境影響評價等領域已走在國內前列。專業發展設想（任務）：承擔集團核電站堆芯設計與評價、燃料管理、燃料設計和安全分析、源項分析、運行核電站的堆芯運行支援、嚴重事故管理等相關任務，承擔核電站源項分析、環境影響評價、廠址選擇與評價工作。

(2)電站工程改造研究中心

專業定位：以在運核電站工程改造和改造經驗回饋、核電站中長期項目研究和備品備件中長期策略研究為重點，建設標準化、系列化的技術改造能力，系統形成設備鑒定技術能力，並形成關鍵備品備件技術和管理完整體系。專業現狀：通過 12 年多的工作，掌握了 34 個堆年的改造經驗，承擔了大亞灣核電站十年安全評審和十年改造工作，掌握法國 LOT93、VD2 以及部分 VD3 標準改造資訊以及大亞灣核電站數千項改造資訊，並掌握了大量設備鑒定技術。專業發展設想（任務）：在運行核電站，承擔技術改造項目設計，承擔十年安全評審設備鑒定、DBD 設計基準檔體系建立等中長期項目研究，承擔物項替代相關任務，承擔重大專用工具開發工作，承擔關鍵備品備件相關

任務等；在新建核電站，承擔設計改進經驗回饋與專項設計審查任務，承擔工程遺留項相關工作，參與工程建設階段設備國產化工作。

(3) 電站運行技術研究中心

專業定位：以核電站運行與維修技術優化研究、概率安全評價、根本原因分析和經驗回饋為重點，系統建設電站運行性能評估與優化、以可靠性為中心的維修、根本原因分析與經驗回饋等技術能力和技術體系。專業現狀：在國內核電領域率先開展概率安全評價工作（一級 PSA 與簡化二級 PSA），系統建設以可靠性為中心的維修技術支援體系並系統掌握了相關技術，系統建立了核電站事件與失效的根本原因分析以及經驗回饋體系並走在國內前列，在運行優化、化學管理與化學監督、運行技術規格書與運行規程等方面形成了獨到的技術能力。專業發展設想（任務）：在運行核電站領域，系統開展 PSA 技術應用工作，承擔核電站運行評估與優化相關任務並系統開展化學領域工作，系統開展以可靠性為中心的維修策略研究與維修技術支援，承擔重大設備的維修技術研究與應用工作，與相關專業配套系統開展根本原因分析工作並完善經驗回饋體系，開展運行技術規格書與運行規程的維護工作；在核電站工程領域，開展 PSA 技術支援工作，並與相關專業配套以維修與運行規程為重點開展電站生產準備相關技術支援工作。

(4) 資訊技術中心

專業定位：作為集團資訊技術的統一歸口管理和支援服務的專業化機構，全面承擔集團內部資訊化建設和技術支援與服務，建立並完善與核電工程生產相結合的資訊技術體系。專業現狀：負責建立和維護了集團資訊化標準體系並開展相關基礎設施建設；已經形成具有核

電自主知識產權處於國內領先水準的生產管理軟體體系；所開發的適應多專案、多基地、多種採購模式的工程軟體體系逐步在工程項目得到應用。開發了以人力資源管理、財務管理、物資管理、流程管理、文檔管理、科技成果評審管理等為代表的業務管理系統。通過上述工作，使資訊技術與工程生產得到了有機的結合。專業發展設想(任務)：以資訊化總體規劃為龍頭，以資訊技術管理程式和資訊技術標準為基礎，負責支撐集團統一軟體系統以及集團公共資訊平臺(包括集團 ERP 資訊平臺)、全集團資訊基礎設施和全集團公共通訊系統的總體設計、集成、開發管理、安全運行與保障、自主維護與改進；負責核電生產資訊系統管理軟體的總體設計、集成、開發與升級管理，負責對核心生產資訊系統的日常性維護提供技術後援支援；開展資訊技術領域的新技術研究與應用。

(5)在役檢查中心

專業定位：負責在役檢查規劃、試驗研究、現場實施、在役檢查的技術監督和現場 QC 監督、電站相關領域中長期性能試驗，為全集團各基地核電站的工程建設和運營提供在役檢查技術支援和服務，並在集團內率先進入國際市場。專業現狀：系統開展了核電站常規島金屬監督與現場 QC 監督工作，結合十年大修工作形成了相關領域中長期性能試驗技術能力，按計劃啟動了在役檢查平臺建設工作。專業發展設想(任務)：系統開展在役檢查技術支援(如在役檢查的規劃和管理；相關領域中長期性能試驗；輻照監督管試驗專案；在役檢查專用工具開發需求研究等)、在役檢查監督(核島、常規島在役檢查的技術監督和現場 QC 監督工作、無損檢驗人員資格鑒定等)以及在役檢查

執行工作（在運核電機組和新建電站的在役/役前檢查技術支援和技術服務）。

(6)先進能源技術研究中心

專業定位：作為與有關高校合作研究的載體，能源技術研究所承擔核能新技術、新能源技術的跟蹤研究，為集團長期發展儲備技術並為集團在新能源領域的開拓的準備技術。專業現狀：近幾年對第四代核電技術開展了跟蹤分析，對高溫氣冷堆、超臨界水堆等有一定瞭解。對擬承擔的風能、太陽能、氫能等領域的新技術開展了一定的跟蹤工作。專業發展設想：在核能領域，利用集團與清華大學核能與新能源技術研究院簽署的戰略合作協議以及集團與華能高溫堆領域的合作協定，開展高溫氣冷堆技術研究；利用集團與上海交大簽署的合作協定，開展超臨界水堆的技術跟蹤；逐步啟動燃料迴圈研究和其他核能先進技術研究。在新能源領域，利用與清華簽署的合作協定，開展新技術跟蹤，探索應用前景，積累技術研究成果，為集團開拓新能源技術應用準備技術。

業內地位和主要成果

- 在民用和實施環境影響評價和廠址選擇、廠址氣象觀測、應急計畫制訂和應急快速評價系統等領域處於國內領先地位。
- 在國內率先開展了核電廠回顧性環境影響評價，為國內同類機組提供了範例。
- 自主研發了代表當今世界先進水準的新一代核燃料裝卸貯存系統（PMC），擁有完全自主知識產權。
- 在國內首家實施 1/4 換料設計、18 個月換料設計、首爐 18 個

月換料設計等國內目前為止最先進的燃料管理技術。

- 組建了國內最早專門從事核電老化和壽命管理研究的專業隊伍。
- PSA 技術研發和應用水準處於國內領先地位。
- 在國內外首創了以可靠性為中心的維修優化技術（RtCM）。
- 在電站仿真技術領域，組建了專業化仿真技術隊伍，迅速形成了技術能力，建立了全範圍仿真開發平臺，已經承擔工程項目模擬機開發任務，具備模擬機維護和升級改造能力。
- 擁有電力行業唯一的核電培訓基地。

研究院現有資質

- 國家發改委和國家質監總局核准頒發的設備監理甲級資質
- 國家環保總局頒發的環境影響評價甲級資質
- 國家質監總局頒發的特種設備檢驗檢測機構資質證書
- 國家質監總局頒發的 GB2-GC2 壓力管道設計資質
- 國家資訊產業部頒發的資訊系統集成二級資質
- 國家核安全局蘇州核安全中心
- 電力行業核電標準化技術委員會掛靠單位
- 中國電機工程學會核能發電分會掛靠單位
- 電力行業鍋爐壓力容器檢驗中心
- 中國電力企業聯合會核電培訓中心
- 電力行業核電焊接技術培訓中心
- 電力行業民用核承壓設備焊工資格鑒定委員會
- 電力行業民用核承壓無損檢驗人員技術資格鑒定委員會

- 電站金屬材料壽命評估實驗中心，與北科大合作共建國家級重點實驗室
- 研究院現有平臺
- 國家能源局核級設備研發與試驗中心
- 中國廣東核電集團技術中心(國家認定)
- 中廣核集團核級設備鑒定與評定中心(設備鑒定分中心、工藝評定分中心)
- 電站金屬材料壽命評估實驗中心(與北科大合作共建)
- 江蘇省核電廠安全及可靠性工程技術研究中心(通過專家組評審)
- 中科華核電技術研究院有限公司核安全電氣設備鑒定檢測中心(通過了中國合格評定國家認可委員會和國防科技工業實驗室認可委員會的現場審核)
- 國家核安全局蘇州核安全中心
- 電力行業鍋爐壓力容器檢驗中心
- 電力行業核電焊接技術培訓中心
- 中國電力企業聯合會核電培訓中心
- 電力行業核電標準化技術委員會掛靠單位
- 中國電機工程學會核能發電分會掛靠單位
- 電力行業民用核承壓設備焊工資格鑒定委員會
- 電力行業民用核承壓無損檢驗人員技術資格鑒定委員會
- 博士後工作站

2. 大亞灣、嶺澳核電站低、中放廢物處理處置情況介紹

(1) 大亞灣核電站於 1994 年建成投產，設計的放射性固體廢物產生量為 482.5m³/機組.年。其每部機組之年固體廢物產生量，經過多年的上游減廢努力與行政管制改善，由 1995 年的 127 m³ 之高峰值，降到了 2008 年達到了 67.2m³(最近 3 年平均值為 67.7m³)；而嶺澳核電站於 2002 年建成投產，截至 2008 年每部機組固體廢物產量為 66.2m³(最近 3 年平均值為 63.7m³)，詳細如下圖 3 所示，減廢績效已趨平緩。雖然兩電站 4 部機組之固體廢物產量，已低於法國核電站平均 98 m³/機組.年之水準，然與美國每部機組的年平均水準 30 m³ 還存有差距，且更遠高於同屬 PWR 機組之台電公司核三廠之 10 m³/機組.年之水準。

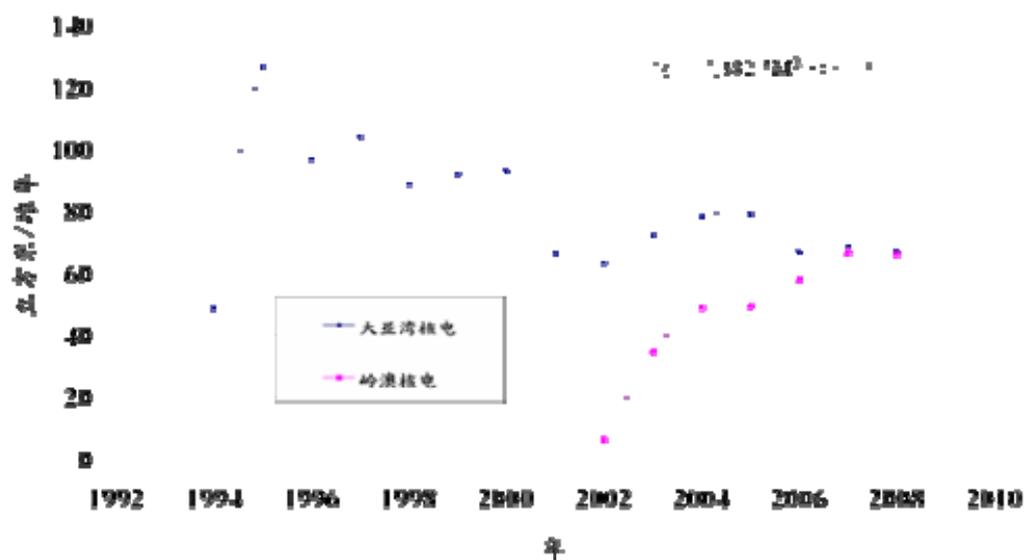


圖 3 大亞灣與嶺澳核電站歷年來放射性廢棄物產生量

(2) 大亞灣與嶺澳核電站之低、中放廢物之產廢來源與類型，主要是機組例行運轉產生之工藝廢物與設備檢修之技術廢物兩大類。前者包括蒸發濃縮液、廢樹脂與過濾器約佔 65 %，而後者包括廢紙、

棉製品、塑料、木材與金屬報廢物件等佔 35 %，現行採用之處理方式如下表 2 所示：

表 2 大亞灣與嶺澳核電站各式廢棄物安定化方式

廢物類型	大亞灣核電站 I / II 號機組	嶺澳核電站 I / II 號機組	嶺澳核電站 III / IV 號機組
濃縮液	水泥固化/ 混凝土桶	水泥固化/ 混凝土桶	水泥固化/ 400L 鋼桶
廢樹脂	水泥固化/ 混凝土桶	水泥固化/ 混凝土桶	水泥固化/ 400L 鋼桶
過濾器	混凝土固定/ 混凝土桶	混凝土固定/ 混凝土桶	混凝土固定/ 400L 鋼桶
技術廢物	預壓縮/ 超級壓縮	預壓縮/ 超級壓縮	預壓縮/ 超級壓縮

(3)

截至 2008 年 12 月底，大亞灣、嶺澳核電站累計產生放射性固體廢物貨包 6,241 件，3,314 m³。其中 206 件已運到北龍處置場存放，其餘均暫存在大亞灣、嶺澳核電站的廢物庫，略如下圖 4, 5 之照片所示。



圖 4 核電站廢物暫存庫 QT(混凝土桶)



圖 5 核電站廢物暫存庫 QS(400L 鋼桶)

3. 核反應堆芯設計及安全分析

反應堆工程設計與燃料管理研究中心業務定位與方向，包括堆芯核設計、燃料管理、燃料設計、安全分析、嚴重事故及燃料迴圈等，類似本所核工組。現有裝備水準有：AREVA 全套堆芯設計、熱工水力設計、安全分析、燃料設計軟體(2007)，以及西屋公司堆芯設計軟體(1993，2003)。而中心現有技術資質則有：具備先進燃料管理和堆芯設計能力、熱工水力設計和安全分析及嚴重事故管理。

過去之實績有：1999 年，啓動大亞灣核電站 18 個月換料專案，2002 年現場實施，到目前已經成功運行 7 年，電站能力因數得到提高；2005 年嶺澳核電站啓動嶺澳 1/4 換料專案，2007 年現場實施，提高了燃料經濟性；2007 年底，寧德核電站(新項目)啓動 18 個月換料專案，預計 2013 年實施；2009 年 2 月，嶺澳核電站啓動 18 個月換料專案，預計 2012 年現場實施；18 個月換料模式已經成爲中廣核集團 CPR1000 機組的主要燃料管理策略。嶺澳 18 個月換料進度安排如表 3。

表 3 嶺澳 18 個月換料專案介紹——進度安排

內容	完成時間
項目時間段	2009 年~2014 年
燃料管理和通用中子學參數	2009 年 12 月
通用工程檔 (ELPO、SO)	2010 年 10 月
系統工程分析	2010 年 1 月~2010 年 10 月
功率能力	2009 年 11 月~2010 年 3 月
燃料設計驗證	2009 年 12 月~2010 年 10 月
FSAR 事故分析	2009 年 11 月~2011 年 4 月
燃料 PCI 分析	2010 年 2 月~2010 年 10 月
FSAR 修改	2011 年 2 月~2011 年 9 月
換料設計檔	2011 年 3 月~2011 年 8 月
18 個月換料週期性論證	2009 年 3 月~2011 年 4 月
獲得批准時間 (期望)	2011 年 12 月~2012 年 2 月
現場檔修改	2012 年 2 月~2012 年 8 月
換料設計開始	2012 年 8 月~2013 年 2 月
U1C12 啓動	2013 年 2 月
U2C12 啓動	2014 年 2 月

設計目標

- 平衡迴圈迴圈長度：平均換料週期 16 個月，擁有 18 個月換料的能力

- U-235 富集度：4.45 %，使用 8 %（重量百分比）的鈾可燃毒物
- 靈活性迴圈：新元件數目 $64 \pm 4 \pm 8$ 組
- 過渡迴圈：根據發電規劃要求，兩台機組分別採用不同的過渡迴圈方案
- 延伸運行：30 EFPD
- 燃料元件的設計燃耗限值：
 - 元件燃耗不超過 52GWd/tU
 - 燃料棒燃耗不超過 57 GWd/tU
- $F\Delta H$ ： ≤ 1.65 （包括不確定性： $1.03 * 1.04 * 1.04$ ）
- 反應堆在功率運行時，慢化劑溫度係數必須為負值或零，使反應堆具有 負反饋特性
- 停堆裕量： $>2,300$ pcm

4. CPR1000 在役核電站反應堆功率提升和提高熱效率重大改進

提高電站發電能力包括諸多方面：提高反應堆功率、提高熱效率、改變換料方式、改變運行方式、提高設備的可靠性和可用率以減少非計畫停堆、大修優化等等。CPR1000 的運營單位在改變換料方式、提高設備的可靠性和可用率以減少非計畫停堆、大修優化等方面已經開展了大量的工作，取得了不俗的成績，在提高堆功率和提高熱效率方面正在進行相關的研究工作，借本次技術交流的機會，重點交流這兩方面的內容。

EPU 可行性：

- EPU 投資巨大，每台機組需要上 10 億人民幣的投資。
- EPU 涉及到 NSSS 參數的重大調整、重大設備更換（特別是蒸發

器的更換和汽輪機的改造)，對在運行的機組實施 EPU 需要控制實施風險，EPU 需要與電站延壽和改變裝料方式綜合考慮。

SPU 可行性分析之相關數據如表 4：

表 4 中廣核各運行核電站之功率提升重要參數

機組	堆功率 (MWt)	電功率 (MWe)	Thot/Tcold (°C)	措施
M310 原型 堆機組	2775	936	322.5/286.7	
大亞灣	2895	984	327.6/292.4	修改 NSSS 參數，挖 掘 M310 設計裕度
嶺澳	2895	990	327.6 /292.4	高壓缸新葉型/ 凝汽器鈦管佈置

上表可見，CPR1000 堆功率在 M310 基礎上已經過 SPU 功率提升，提升幅度為 4.3 %，如果再欲實施任何型式之功率提升，能提升空間將非常有限。

5. 中廣核核級設備鑒定管理

中廣核集團公司對於核級設備的鑒定與管理，分成新建機組與運轉中機組兩方面說明。在新建機組方面，按照大陸國務院在 2006 年 3 月通過的核電發展規劃目標，到 2020 年，中國核電裝機容量將達到 4,000 萬千瓦，占電力總裝機 4 %，發電量 6 %。考慮到目前能源結構與需求預測，從 2008 年開始，大陸政府大幅度增加核電站的建設數量，為完成該核電發展規劃目標，目前來看，主流機型是二代加

CPR1000 機組。CPR1000 之國產化目標如下：

- 紅沿河四台機組國產化比例將在嶺澳二期 60 %的基礎上進一步提高，1/2 號機組平均不低於 70 %；3/4 號機組平均不低於 80 %，其中關鍵設備國產化比率不低於 85 %；
- 福建寧德核電站一期平均設備國產化率將超過 75 %；
- “十一五”(大陸第 11 個 5 年計畫)新機組的國產化率達到 90 %；
- 紅沿河 3、4 號機組及以後專案主設備將全面使用國產材料；
- 核級泵與閥門：通過紅沿河四台機組逐步提高國產化比例，達到 60 %左右，並最終達到 70 %；
- 全數位化儀控系統(DCS)：從嶺澳二期全面參與，到紅沿河專案 1、2 號機組部分國產化，再到紅沿河項目 3、4 號機組實現基本自主化和國產化。
- 紅沿河項目 1/2 號機組以後，一些核級電氣設備的國產化率將達到 100 %，如電氣、貫穿件、中低壓配電盤等。

CPR1000 國產化目標之主要特點為顯著提高核級泵與閥門的國產化率，其中相當一部分需要進行 K1、K2 與 K3 核能安全等級鑒定；顯著提高 1E 級電氣儀錶設備的國產化率，其全部需要進行 K1、K2 與 K3 鑒定。在大亞灣、嶺澳及嶺東核電專案中，有鑒定要求的核級泵、閥門與電氣儀錶設備的國產化率幾乎為零，在國內其他核電專案中，這部分設備的國產化率也很低，因此，對這些設備進行國產化即是一個突破也是一個挑戰。為實現 CPR1000 國產化目標，同時確保有鑒定要求的國產設備的品質，中廣核對以下幾個方面已進行相關工作並嚴格管理：

- 建立系統性的設備鑒定規範或標準：

鑒定標準規範是 CPR1000 的下游支持性標準，屬於中廣核集團二代加機組標準建設的一部分。由於大陸尚未建立系統性且具有可操作性的核級設備鑒定規範標準體系，一定程度上影響了核級設備國產化推展。中廣核集團目前已基本建立起系統性且具可操作性的鑒定標準規範，有助於推動核級設備國產化進展。到目前為止，已完成約 30 份鑒定規範的編寫，基本上滿足了 CPR1000 的核級設備國產化需要，包括 K2 級與 K3 級泵、閥門、中低壓配電盤、電動機與發電機、蓄電池、電纜、壓力與溫度變送器、充電器、電磁閥、接頭、限位元開關、電氣貫穿件等。中廣核編寫鑒定規範特點：(1)以法國電力公司 (EDF) 鑒定規格書為基礎，參考美國 IEEE 與 ASME QME-1 標準，並充分考慮大陸工業實務。(2)與相應的設備採購規格書要求相一致，具有針對性。(3)具有較強的系統性及較高的可操作性。(4)大部分鑒定標準規範都是與廠家合作完成的。(5)這些鑒定規範是針對二代加機組要求編寫，但可以以此為基礎，形成三代核電鑒定規範標準。

■ 建立認可相關鑒定結果的程序與組織機構：

根據大陸核安全法規的規定，業主承擔最終的核安全責任，為此，中廣核集團成立「設備鑒定與認可中心」（如圖 6 所示），該中心負責對具有鑒定要求的核設備樣機進行評估與認可，包括對國內產品與國外產品。設備鑒定與認可中心負責對樣機的設計、製造與鑒定等各個相關環節進行全過程的監督，只有各個環節都滿足中廣核要求的設備，才能用於中廣核機組

上。

■ 對已認可的設備進行跟蹤：

對已認可設備進行監督的目的是，為了保證成批製造的設備保持同已認可樣機的一致性。中廣核工程公司負責對成批生產的製造過程進行監督；中廣核鑒定與認可中心負責對鑒定以後可能出現的變更進行審查；必要時，中廣核鑒定與認可中心負責對批量生產的設備進行抽樣試驗。

■ 試驗單位與試驗設施審查：

試驗單位的技術能力、品保能力及試驗設施狀態，影響到試驗資料的可靠性、真實性與正確性，因此，中廣核鑒定與認可中心編寫了實驗室審查程序，並對大陸內的一些試驗單位及其試驗設施進行初步審查，只有審查認可的試驗單位才能承擔核級設備的鑒定試驗任務。

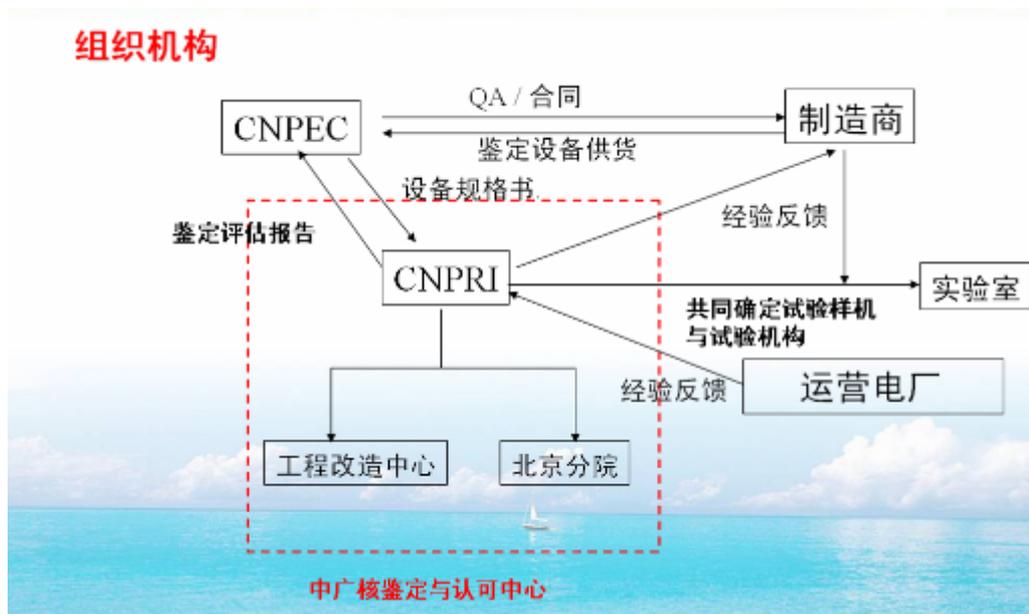


圖 6 中廣核集團成立「設備鑒定與認可中心」架構

在運轉中機組之設備鑒定管理方面，中廣核集團制定了相關的程序，採取必要措施，以確保核級設備的鑒定合格狀態得以維持，包括預防性維修、替代與改造、定期監督、採購與儲存、經驗回饋、培訓等。根據外部與內部經驗回饋，已在大亞灣核電站成功地實施了與設備鑒定相關的改造，以維持設備鑒定合格狀態，例如繼電器機架加固、電氣貫穿件接線箱內 AIR-LB 端子的更換等。此外，為確保維修活動不破壞核級設備的鑒定合格狀態，特別編寫「與設備鑒定相關的維修規定」，並據此對相關檢修程序書進行審查。而在淘汰品方面，中廣核集團制定了相關的管理策略，並對具體的解決措施進行研究，包括仿製技術、三級維修、商品級鑒定與替代等。

在鑒定試驗設施方面，目前大陸已有的試驗設施基本上能滿足大部分鑒定試驗的需要，包括電氣儀錶環境試驗設施、輻射照射試驗設施、振動試驗設施、地震試驗設施、小體積 LOCA 試驗設施、泵閥常規性能試驗設施等。中廣核集團投資建設了一些核級設備鑒定必須而國內又缺乏的試驗設施，包括大型 LOCA 試驗設施(用於 RHR 餘熱排除泵電機 LOCA 試驗)、雜質試驗設施、不可接近設備研發試驗中心(正在建設)，並計畫建設大型閥門熱態試驗裝置(用於流體阻斷試驗等)。

6. 仿真公司及業務介紹

2008 年 5 月，中廣核(北京)仿真技術有限公司(CNPSC)經中廣核集團總經理部會議批准成立，註冊地為北京，並於深圳設立分公司，包括北京中關村科技園永豐產業基地及深圳科技大廈辦公生產場地。仿真公司由中科華核電研究院絕對控股，註冊資金 2,000 萬 RNB。該公司引進美國 WSC 公司先進的仿真技術(含程式碼)和 Full Scope

Simulator 開發管理程式，實現核電仿真設備的自主化、國產化和擁有自主知識產權核心技術，打破國外公司對大陸模擬器市場的壟斷。仿真公司現有員工近 60 人，2010 年將達到 80 人左右，有多名從事核電、仿真業務的知名專家，70 % 為碩士以上學歷。已取得 ISO9000 品質保證體系認證，取得軟體企業、軟體產品的“雙軟”認證。

目前對於主要下列 DCS 和 PLC 儀控系統已有豐富的仿真經驗：

- 廣利核公司非安全 DCS 系統，三菱公司安全級 DCS 系統；
- GE 公司 Mark V 和 VI 邏輯與控制系統、FANUC PLC 和 HMI；
- 西屋 WDPF、Westation 和 Ovation 系統；
- ABB 公司 Infi-90 和 Symphony 系統，Procontrol 系統，Advant 系統；
- 西門子公司 T-XP 系統；
- 福克斯波羅公司 I/A Series 系統；
- 阿爾斯通公司 P320 系統；
- 東芝公司 DCS 系統；
- MCS 公司 MaxDNA 系統；
- 霍尼韋爾公司 TDC3000 系統；
- AB 公司、莫爾公司、費舍爾公司等的 PLC 系統；
- Oldbury 資料處理系統(DPS)和溫度掃描資料獲取系統(DAS)。

目前該公司對於大陸和亞洲市場之發展策略，以 CPR1000、EPR、AP1000、HTR 以及國內外其他電力及設計研究等關聯企業為主要服務對象，業務範圍包括：

- 全範圍訓練用核電模擬機開發；
- 各種量身定做的多功能核電模擬機開發，包括安全分析支援、運

轉電站改造 支援、調試和試驗支援、原理培訓/運轉培訓/事故培訓等；

- 各種核電模擬機升級改造、配套產品開發、基於仿真技術的核電運轉分析等技術服務；
- 模擬機統籌維護和維修技術支援；
- 其他基於仿真技術的相關產品開發，包括火電模擬機、工業系統模擬機等；
- 其他相關核電資訊產品的開發。

該公司設定之短中長期目標如下：

- 近期目標：全面掌握模擬機工程技術，具備同時承擔 3~4 個全範圍模擬機或其他類型模擬機的技術隊伍和開發能力；啓動相關自主研發工作。
- 中期目標：全面掌握核電模擬機核心技術，建立國家級核電模擬機技術研究中心，形成自主品牌的核電模擬機系列產品，市場佔有率爲國內第一，技術水準居國內領先、國際先進；建立核電模擬機運行維護支持體系，承擔運轉中模擬機技術改造項目；形成自主知識產權的核心仿真技術和軟體平臺，開展各種用途模擬機和其他基於仿真技術的產品研究和開發。
- 遠期目標：國內市場佔有率保持第一，推出核電模擬機系列產品和其他基於仿真技術的系列產品，進軍國際市場並成爲國際知名核電仿真品牌，技術創新與應用形成良性滾動發展。

7. 核電站中低放固體廢物高效減容技術交流

- (1) 自 90 年代初期，大陸地區即快速發展核能發電工業，目前，光就

廣東大亞灣區域就有 4 部百萬千瓦的機組在商業運轉，另即將投入運轉的有 2 部機組，待建之機組亦有 2 部。再者，整個中廣核集團預計至 2020 年止，其規劃新建和待建的機組多達 20 多部。而每部機組年廢物之產出體積及其處理後之體積數量，略如下表 5 所示，就濕性固體廢物而論，其體積均增為原體積之 6 倍(如表 5)，是故，放射性廢物的處理問題將日趨彰顯。

表 5 中廣核集團核電站廢棄物處理前後之體積比較

廢物類型	處理前體積	處理後體積
濃縮液	2.5 m ³	15 m ³
廢樹脂	5 m ³	30 m ³
檢修廢物	約 150 m ³	30 m ³
廢油和有機溶劑	500L	未處理
合計	約 30 噸	約 75 m ³

再者，考量機組檢修期間或除役時，將產生大量的技術廢物，其廢物量是例行運轉的數倍，如何保證廢物處理的安全性和處理成本的經濟性，是每個電站亟待解決的課題，尋求一個妥適減容與安定化的處理技術，是一項十分必要而緊迫的任務。

- (2) 中廣核現役核電站對中、低放固體廢物，現均採用超高壓壓縮和桶內水泥固定相結合的處理策略，但這種工藝導致固體廢物體積的大幅度增加，已如上述，再加上其固有的缺陷(核素浸出率高)，已不能滿足核電日益發展並追求廢物最少化業績的要求。此外，該集團電站主要係以群堆方式建置，就大亞灣灣區域而論，即將

達到 8 部機組，實已具備群堆運營和廢物處置的設計基準與運轉條件。基本上應以大亞灣區域群堆的廢物處理需求作為減容技術(焚燒或高效率固化)研究的策略為基礎，在 2~3 年內建設滿足現有運營電廠可燃低、中放固廢的減容需求，實現低、中放廢物產生量 $< 50 \text{ m}^3/\text{機組}\cdot\text{年}$ 的目標值。同時，進行等離子體焚燒系統的研究與規劃，滿足再建或新建電站之難燃和不燃固廢的減容，進一步實現中、低放廢物產生量 $< 30 \text{ m}^3/\text{機組}\cdot\text{年}$ 的目標值。

- (3) 中科華研究院進行等離子體熔融技術運用於核電站中、低放固體廢物(含有機溶劑)處理的技術研究，已完成向國家科管局研究立項申報與向集團課題立項等核定作業，刻正執行系統方案設計、玻璃化的實驗室模擬配方，以及大功率直流電源研發設計等相關工作。亟需與核能研究所(以下簡稱 INER)交流的技術議題，包括 INER 研發的等離子體焚燒系統實際運行的經驗回饋、故障處理和維修作業實例；爐膛選用材料及其材料在連續工作狀態下的腐蝕率；廢物焚燒採用的坩堝型式、坩堝材料及最高適用溫度；其穩定連續處理時是否存在有未完全焚燒的現象；接受高溫熔渣的方式及接收容器材料；等離子體焰炬研發情況、現行實際運轉的等離子體焰炬功率以及火炬電極使用壽命；等離子焚化熔融技術主要遵守的國際標準、規範；等離子焚燒技術產生的帶放射性的固、液、氣廢物的收集排放標準，檢測取樣資料和方式；等離子焚燒爐驗收或鑒定試驗方式；國際原子能機構對等離子焚燒技術重點關注的問題等。另外，擬與 INER 合作方式和範圍建議如下：a. 系統的科研合作；b. 等離子體焰炬系統的聯合研究；c. 玻璃化配方的技術合作；以及關於三廢處理範疇的其它技術合

作。

8. 參訪核級設備鑒定中心之 LOCA 鑒定試驗台

大陸國家能源局為自主實施建造中核電站核島最高安全級的核級設備鑒定試驗、加快推進核電裝備自主化與國產化，2009 年 8 月 30 日核電站「核級設備研發和試驗中心」在中廣核集團大亞灣核電基地掛牌成立，世界最大的核級設備濕熱試驗台(又稱 LOCA 鑒定試驗台)正式投入使用。LOCA 鑒定試驗台是模擬核電站主回路壓力邊界破壞所引起之冷卻水流失事故時的熱工和化學環境，檢驗核級設備在事故期間及事故後，能否正常穩定工作的試驗裝置。核島內最高安全級電氣設備研發完成後，必須通過 LOCA 鑒定試驗，證明完全符合核電站運轉時的工況要求，才能向核電站供貨。大陸之前並沒有大型 LOCA 鑒定試驗設施，導致該類設備一直無法實現國產化。唯一擁有大型 LOCA 鑒定試驗設施的美國 WYLE 試驗室拒絕相關技術輸出，因此，無先例供借鑒。

該 LOCA 鑒定試驗台，擁有三台 LOCA 爐(如圖 7)，由中廣核集團投資並得到國家發展改革委特別資助，中廣核集團所屬技術研究院自主設計研發承建。該試驗台採用多項新技術和世界首創技術，實現了試驗過程電腦控制，消除了人為因素影響。利用核電站蒸汽作為汽源、能實現快速升溫之功能需求，是大陸唯一能同時鑒定兩代加和三代機組核級設備的試驗台。其中 3 號 LOCA 爐是當今世界上最大的 LOCA 爐，容積達 20.8 m³，比美國 WYLE 試驗室擁有的原世界最大 LOCA 爐還大 3 m³。

2009 年 8 月 29 日，來自大陸國家發展改革委、國家能源局、中

國機械工業聯合會、環境保護部核與輻射安全中心、中廣核集團、中國核工業集團等單位代表組成的鑒定委員會，經過對該鑒定試驗台現場技術鑒定後，同意通過竣工驗收。該試驗台投用後，將承擔目前建造中核電機組國產化設備鑒定任務，對推進大陸核電自主化與國產化進程具有重要影響。與 LOCA 鑒定試驗台同期建設的還有雜質試驗台(如圖 8)，該試驗台已於 2009 年 7 月 23 日通過驗收，是目前大陸唯一可用於壓水堆核電站相關核級閥門等設備雜質試驗的裝置，其主要性能指標也達到了國際先進水準。

除投入使用的 LOCA 鑒定試驗台和雜質試驗台外，國家能源局核電站核級設備研發和試驗中心，還正進行「核島不可接近設備研發試驗中心」建造工程(如圖 9)。該中心屬大陸首次建設，由核燃料運輸貯存系統研發和試驗平臺、反應堆本體研發和試驗平臺、核島重要儀控系統研發和試驗平臺，以及其他重要高放射性不可接近設備的專用工具研發和試驗平臺構成。該中心由中廣核集團投資，國家能源局提供特別資助，主體工程已於 2009 年 8 月 30 日開工，預計 2011 年底建成後，可做為採用 CPR1000、AP1000 和 EPR 技術建設的核電站提供核島內重要設備的國產化實驗、相關工具開發及維修人員培訓，是大陸唯一的反應堆事故重現和事故模擬以及制定處理方案的設施。

近年來，中廣核集團按照發展策略，以 CPR1000 核電機組的批量化建設為契機，面向三代核電技術的引進、消化、吸收和再創新，投入巨額資金，主動承擔核電發展急需的設備鑒定試驗設施及相關平台建設，提高核電站設備鑒定和工藝評定之技術核心能力。LOCA 鑒定試驗台、雜質試驗台的投入使用和核島不可接近設備研發試驗中心的開工建設，代表中廣核集團核電科技創新能力已從消化吸收國際先進

技術、實施持續改進和再創新，延伸到研發代表核電核心技術的核級設備領域。

大型LOCA試驗設施



Test chamber	Diameter /length (m)	Volume (m ³)
I (horizontal)	1.50/3.20	5.23
II (vertical)	1.00/1.70	1.21
III (Vertical)	2.80/3.9	20.80
Design Temperature (°C)	265	
Design Pressure (bar)	12.7	

圖 7 大亞灣核電站大型 LOCA 試驗設施

杂质試驗設施



圖 8 大亞灣核電站雜質試驗設施

不可接近设备试验与研发中心(正在建设)

用于专用工具开发与试验,事故处理方案验证以及燃料操作等.

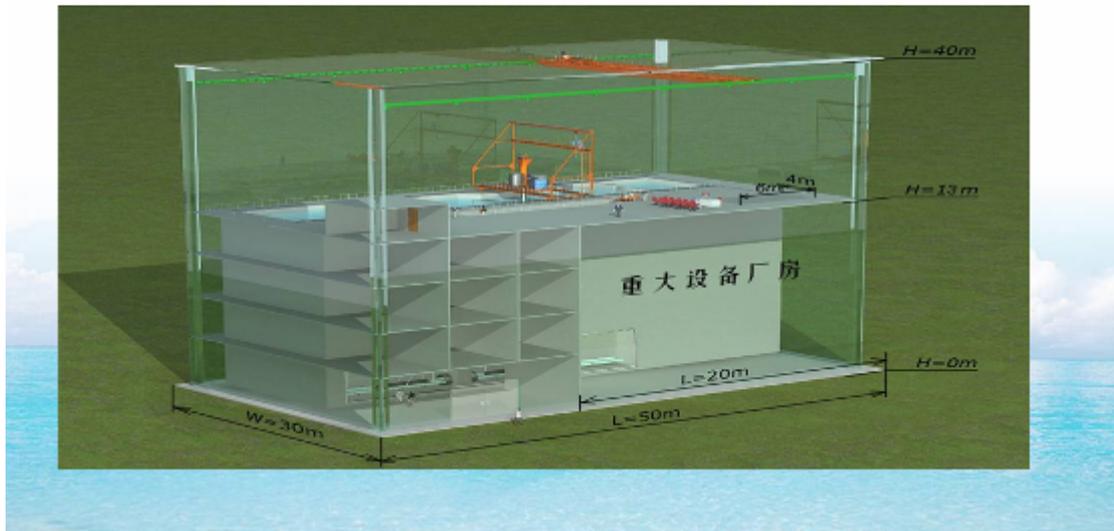


圖 9 大亞灣核電站核島不可接近設備試驗與研發中心

9. 參訪北龍處置場

- (1) 北龍處置場是中國自行設計和建造的一個區域性低、中放廢物處置場，由廣東核電合營有限公司和嶺澳核電有限公司共同出資建造。處置場占地共 205,000 m²，規劃建造 70 個處置單元，處置容量為 80,000 m³。處置場址的用地是與嶺澳核電站的徵地一併進行，由中廣核集團公司負責執行，而工程建設階段則是由廣東核電合營有限公司承擔全部管理責任。首期工程共建置 8 個處置單元、28 個地下設施單元和整個處置場的全部公用設施，目前之營運管理單位是大亞灣核電環保有限責任公司。
- (2) 北龍處置場首期工程共建置完成 8 個處置單元、28 個地下設施單元和整個處置場的全部公用設施。每個處置單元容積為：

17m×17m×7m，可裝填 1,157 m³ 固體廢物，空間利用率為 57%，
 共建 8 個處置單元可裝填 8,800 m³ 固體廢物。截至 2009 年 3 月
 31 日止，北龍處置場共儲存了 352 個廢物貨包，總體積 807.64 m³。

(3)北龍處置場建置過程之重要里程碑略如下表 6：

表 6 北龍處置場建置過程之重要里程碑

工作內容	執行時程
開始場址初勘，選址、環評	1991/01
國家環保局批准北龍和長灣場址	1995/01
合營公司獲得北龍處置場建造許可證	1998/06
土建工程完工	1999/10
調試工作結束，具備廢物接收條件	2000/08
接收大亞灣核電站堆內構件舊導向筒	2002/09
接收大亞灣核電站 2 號機組反應堆頂蓋廢物貨包	2003/02
接收大亞灣核電站 1 號機組反應堆頂蓋廢物貨包	2004/10
開始接收核電站放射性混凝土桶廢物貨包	2007/09

(4) 北龍處置場於 2005 年 9 月向環保總局遞交了運行階段環境影響評估報告；2005 年 11 月，國家環保總局組織審評專家蒞臨處置場進行現場勘查及召開審評會議，就技術層面而言，北龍處置場已完全具備了處置廢物的條件，然由於大陸正推動成立國家股份制的廢物管理公司，所以目前尚未拿到運行許可證。是故，北龍處置場目前所接收的廢物，國家環保部均採用“一事一議”的辦法，以批文的方式批准接收電站包裝好的廢物。北龍處置場之外圍環境及暫存廢物，略如下列圖 10 之照片所示。



圖 10 北龍處置場大略

2.3 會唔中核集團公司交換未來交流合作意見(12/25 上午行程)

拜訪中核集團公司，由楊副總經理長利接待，並有國際合作部夏明副主任與馬忠海處長及中國核學會潘傳紅秘書長坐陪；由楊副總經理介紹中核集團之過往及目前之狀況。楊副總經理亦說明未來雙方可視需求，直接進行技術交流連繫，或透過我方核協會及大陸核學會連繫，並指定夏明副主任為未來與本所連繫人。由於中核集團為大陸前核工業部、中核總公司等轉型而來，迄今仍為大陸核能界之龍頭老大，並擁有完整的科學、技術、人才、能力、設施及實驗室等；類似早期核研所之涉獵領域，只不過其規模較我們大很多。未來如何與中核集團合作，還是得選擇對彼此互惠互利的項目，例如：高放射性廢棄物處置之地下實驗室研究、功能評估，核子燃料元件製造供應、核爐心燃料佈局分析，以及安全度評估與核級設備鑒定等。

2.4 會唔北京廣利核公司聽取說明及交換意見及參觀永豐基地(12/25 下午行程)

中廣核集團按照大陸核電自主規劃，為提高百萬千瓦級核電站自主化、國產化水準，並促進核電技術經驗累積和設備製造產業升級，統籌考慮紅沿河一期工程及後續同類工程主要設備的國產化。在工程建設過程「以市場為導向，以工程為依託，創建以大陸製造企業為主導的國產

化機制，全面形成核電設備國產化製造能力」之策略，充分利用現有設備製造能力，以專案建設帶動國產化，努力降低工程造價，降低設備製造成本，提高專案建設的規模效益。中廣核集團先後與中國第一重型機械集團公司、中國東方電氣集團、上海電氣集團等企業聯手，將技術轉讓、消化吸收、實現技術創新作為專案供需雙方的共同目標，積極培育核電設備國產化製造能力。紅沿河核電一期工程在嶺澳核電站二期國產化目標基礎上，努力實現核電主要設備「品質更好、價格更低、國產化比例更高」的目標，專案的整體國產化比例不低於 70 %。

核電站全數位化儀控系統，控制著整個核電站從常規島到核島幾乎所有的閥門、開關、繼電器等，並進行集中資料顯示與警示、計算處理並自動驅動執行機構。它是整個核電站的大腦、神經中樞、運轉中心和安全屏障，是整個核電站最關鍵核心技術的集中展現，也是大型核電裝備現代化程度的重要標誌，也是國產化之重要項目。因此，中國廣東核電集團和北京和利時公司共同於 2005 年 10 月 18 日正式註冊成立「北京廣利核系統工程有限公司」，註冊資本金：9,000 萬人民幣，股權比例：中廣核 50 %、和利時 50 %，並於 2006 年 04 月正式運行。

廣利核公司在非安全數位儀控系統方面之發展歷程如圖 11 所示，和利時公司從 1990 年代開始即投入研發 DCS，並具體應用於清華高溫氣冷堆反應器及其他工業之應用系統，而從紅沿河 1&2 號機組開始正式應用於核電廠。

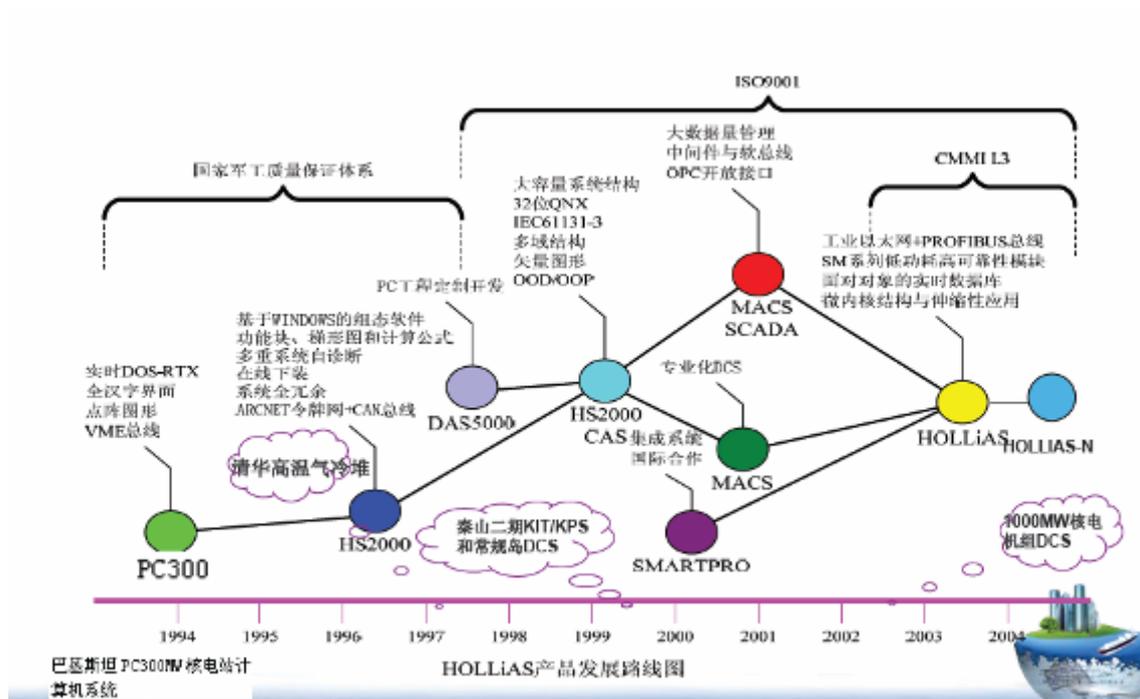


圖 11 廣利核公司在非安全數位儀控系統方面之發展歷程

廣利核公司之安全級數位儀控系統發展歷程說明如下：

- 2004.07~2007.09：中國實驗快堆（CEFR）流程監測系統的數位化安全監測裝置。
- 2008年：廣利核公司承擔了國家863計畫“核電行業重大工程自動化成套控制系統”中的三項重要子課題：核安全級數位化儀控系統研製、核安全級軟體V&V技術研究、核電廠數位化儀控系統整合。
- 2009年8月4日：廣利核公司與華能山東石島灣核電有限公司簽署“石島灣高溫氣冷堆核電站示範工程核反應爐保護系統專案”合同。該合同作為廣利核公司簽訂的第一個安全級保護系統供貨合同，標誌廣利核公司正式進入核電站安全級儀控領域，成為國內目前唯一的核電數位化保護系統的供應商及全球第五家核電數位化保護系統的供應商。

- 2009年7月：廣利核工程公司簽訂了陽江5/6號機組數位化儀控系統自主化意向書，共同推進CPR1000核電站全廠數位化儀控系統工程自主化和設備國產化；屆時大陸核電站數位化儀控系統將在陽江核電站實現100 %國產化，它的順利實施將形成有自主知識產權的百萬千瓦級核電站全數位化儀控系統的供貨能力（FirmSys核安全級儀控系統），打破國外公司的壟斷，徹底解決核電規模發展的瓶頸問題之一。
- 2009年6月：國家發改委正式批復由廣利核申報的「國家核電數位化儀控系統研究中心」專案，這是大陸核電行業首個獲得批准的國家級先進儀控系統研究中心。

大陸數位化儀控系統國產化路線圖如圖 12 所示，在確保紅沿河、寧德 CPR1000 A/B/C 專案順利推進的同時，廣利核將以三個合同為基礎，按照國產化路線圖的策略，推進國產化工作，並在近期內力爭實現同時開工 12 台百萬機組能力。

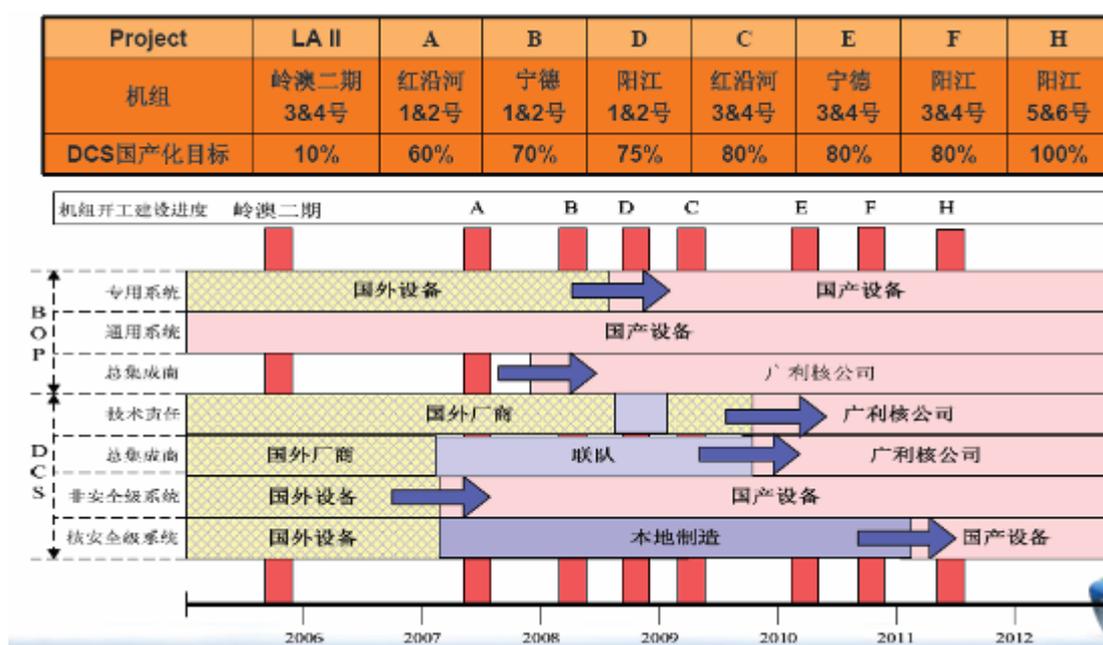


圖 12 大陸數位化儀控系統國產化路線圖

2.5 會晤中國核學會聽取說明及交換意見(12/28 上午行程)

由中國核學會李冠興理事長接待，並有耿慶雲處長與任重遠先生坐陪；中國核學會提及其剛於 11 月 18-20 日在北京國家會議中心舉行的「2009 年學術年會」。在三天的學術交流活動中，來自大陸核工業、核基礎科學、核應用技術等領域的知名院士、專家、教授及一線青年核科學技術工作者，共約有 1300 餘人參加了會議。並有大陸的 44 位院士親臨大會，研討學術、交流觀點和指導青年科技工作者。中國核科學技術所屬 21 個二級學科的科技工作者，共提交了 1,719 篇論文。參會者圍繞核科學技術創新和核技術產業可持續發展等話題，進行廣泛的學術交流和研討。故雙方認為未來可邀請我方，選擇參與由中國核學會及其 21 個地方分會與 21 個學術分會，舉辦的各項研討會，其 2010 年的年度計畫，將於近期於其網頁公告。另外，中國核學會將於今年(2010 年)3 月 23-26 日，在北京舉辦的國際核工業展，亦邀請我方組團前往參加。

2.6 會晤中國核行業協會聽取說明及交換意見(12/28 下午行程)

由中國核行業協會馬鴻琳副理事長兼秘書長接待，並有龍茂雄主任與常冰副譯審等坐陪；中國核行業協會係由大陸前國防科工委支持，於 2007 年 4 月 18 日成立的，目前有大陸各核行業共 246 家會員。近期有國外廠商亦希望能參加，而台灣廠商能否參加(傾向於同意)，將於今年(2010 年)3 月舉行的理事會中討論。中國核行業協會亦舉辦核工業展，不過，與中國核學會錯開每兩年舉辦一次，下一次預計於 2011 年 4 月在深圳舉行。另外，中國核行業協會期望台灣核能產業聯盟成立後，雙方能透過舉行研討會方式互相認識，有機會亦希望能來台訪問。

2.7 會晤環境保護部台灣事務辦公室洽談「定期舉辦核能安全管制技術交流會」、「建立應急連繫管道」與「兩岸核安全設備管制與鑒定技術交流」及交換意見(12/29 行程)

由大陸環境保護部台灣事務辦公室姜葦副主任接待，並有欒海燕、付杰，核安全司俞軍副司長、段紅衛，綜合處封禕，以及核與輻射安全中心康玉峰副主任坐陪；雙方就本次訪問之主題，包括「定期舉辦核能安全管制技術交流會」、「建立應急連繫管道」與「兩岸核安全設備管制與鑒定技術交流」等三項，做廣泛的交談，並同意這三項議題均值得繼續深入討論。

3. 心得

1. 在數位化儀控系統方面，隨著大陸核能發電的積極發展，在數位儀控自主技術及國產化方面，已經展現了具體的成果。從 2004 年開始，為實現百萬千瓦級核電站「自主設計、自主製造、自主建設、自主運營」的目標，中廣核集團決定在嶺澳核電站二期建設中採用最具挑戰性、全數位化的儀控系統及先進控制室，並把 DCS 系統列為中國改進型壓水堆核電技術 (CPR1000) 的標準配置。隨著遼寧紅沿河、福建寧德、廣東陽江等 16 台 CPR1000 核電機組陸續開工建設，中廣核集團制訂了 CPR1000 核電機組 DCS 系統自主化、國產化實施計畫，確定推展步驟及目標。按照計畫，在遼寧紅沿河核電站 1、2 號機組建設中，中廣核集團自主承擔 DCS 系統非核安全級系統的設計和供貨任務，國產化率達到 60 %。在福建寧德核電站 1、2 號機組和廣東陽江核電站 1、2 號機組，國產化率達到 70 至 80 %。在遼寧紅沿河、福建寧德和廣東陽江三個核電站的 3、4 號機組，DCS 系統國產化率達到或超過 80 %，並逐漸完成由國外廠家承擔技術責任轉向國內廠家承擔技術責任的轉變。在廣東陽江核電站 5、6 號機組建設中，具備完全自主知識產權的國產核島 DCS 系統將上線使用，實現核電站從非核安全級到核安全級全範圍 DCS 系統的自主化、國產化戰略目標。為實現以上戰略目標，中廣核集團計畫預計在 2010 年前研製出第一台具有自主知識產權的安全級系統樣機（廣利核 FirmSys 系統）。屆時，大陸將擁有具有 100 % 自主知識產權的百萬千瓦級核電站全範圍 DCS 系統。
2. 大陸雖然積極發展核電，但是其相關的核電設備規範與工業標準體系尚未完整建立，相當程度會影響核電之發展，因此，積極進行核級設備之鑑定

與評定技術建立。2009年11月9日，大陸國家能源局公佈了首批設立的16個國家能源研發(實驗)中心，其中核能相關三個中心為：(1)國家能源核級銦材研發中心(國家核電技術公司國核鈦銦業股份公司)；(2)國家能源核電站核級設備研發中心(中國廣東核電集團公司中科華核電技術研究院有限公司)；(3)國家能源核電站數位化儀控系統研發中心(北京廣利核系統工程有限公司)。亦即三個核電研發(實驗)中心有兩家落戶中廣核，分別由中廣核集團成員企業技術研究院、廣利核公司承建，並負責相關專案研發。由核電技術研究院承建的「國家能源核電站核級設備研發中心」，積極推行核級設備鑑定與評定技術建立，由廣利核公司擔綱的「國家能源核電站數位化儀控系統研發中心」，則加速核安全級數位化系統設計和製造技術的研究，成為發展核電自主技術的推進器。

3. 中廣核集團現役核電站最近3年(2006~2008年) 機組平均產生的固體廢物包平穩的維持在 $65\text{m}^3/\text{機組}\cdot\text{年}$ 左右，顯示電站經由上游減廢努力與行政管制措施等的績效已達極限，這與台電公司核三廠之 $10\text{m}^3/\text{機組}\cdot\text{年}$ 之水準差距頗大。由參訪交流過程中，瞭解其對 INER 研發成功之硼酸濃縮廢液高效率固化技術(簡稱 PWRHEST)與等離子體熔融技術極為注目，頗有意願深入討論或以合作、或採用等模式來進行，另外，對於粒狀廢樹脂濕式氧化暨高效率技術(簡稱 WOHEST)亦表關切。由於該集團電站對於硼酸濃縮廢液與粒狀廢樹脂等濕性廢棄物，均採用水泥固化裝桶作業，水泥固化之容積效率不佳是眾所周知的事。訪談交流中，根據中科華研究院呂永紅高工表示，彼等現行以水泥固化硼酸濃縮廢液之溶硼濃度為 50,000 ppm，與 INER 之 PWRHEST 規劃處理之溶硼濃度為 120,000 ~130,000 ppm，差距頗大；另外，與大亞灣環保公司黃來喜總工程師深入交談後，概略估算其粒狀廢樹脂目前以水泥固化之廢樹脂荷載率應在 10% 以下，難怪處理後

之體積為原廢樹脂體積之 6 倍以上，相較於採 INER 之 WOHEST 處理後之體積為原廢樹脂體積之 40 % 以下，誠不可同日而語；此外，針對廢過濾器之處理亦頻頻探詢 INER 之處理方法，已略予陳述可朝棄置於固化體中一併固化之模式思考。綜上所述，中廣核集團對於低、中放濕廢之高減容相關技術之引進需求，是甚為殷切的，而我們所顧慮的是大陸核能產業快速扶植發展，積極培育各核能工業領域人力，模仿抄襲盛行，且 INER 之技術製程在大陸並未獲專利保護，技術合作或推廣之方式是值得深思的。

4. 中廣核集團所屬之中科華研究院中反應堆工程設計與燃料管理研究中心和電站運行技術研究中心與本所核工組有許多相同之研發業務，此行參訪過程中初步了解到中科華研究院於大亞灣/嶺澳核電站運轉支援工作項目，例如功率提昇、爐心裝填設計、熱功效能改善、燃料週期延長等。由簡報說明顯示中科華多年來透過技轉方式承襲法國 AREVA 與美國西屋公司之分析設計技術，不論是技術層級或實質成效皆比本所核工組為高，值得深入瞭解並尋求可能合作與學習之項目。當然，也有可能是簡報說明中過度渲染，需要持續溝通交流方能找出彼此合作之可能。
5. 大亞灣/嶺澳核電站四部壓水式反應器原先皆與核三廠相同，為 2,775 MWt 熱功率設計，而今業以經過 AREVA 公司協助提昇為 2,895 MWt (4.3 % 功率提昇)，根據口頭詢答，似乎於功率提昇後機組運轉與爐心燃料表現皆非常順暢並無餘裕不足之疑慮。深入瞭解將可提供核三廠後續功率提昇工作規劃之參考。
6. 98 年 12 月 1-2 日舉行的「第九屆海峽兩岸核能學術交流研討會」中，由台電公司核安處簡副處長福添簡報的「兩岸在核電產業發展合作的機會與

努力方向”中，提及應為大中華核能產業經濟體做準備，包括有環境、市場、組織與產業等方面，具體的目標與做法如表 7。

表 7. 大中華核能產業經濟體在環境、市場、組織與產業方面的具體目標與做法

面向	目標	做法
環境	使安全管制資訊透明化，讓國際對大中華核能產業發展產生信心	建立核能管制機構互訪與交流機制
市場	推動核能產業認證體系，督促雙方開放核電市場，為攜手進軍國際市場作準備	核能技術法規朝向一體化發展，有助於整合雙方核電產業發展
組織	協助雙邊核電產業發展，建立國際聲望，共同拓展國際核電市場	仿美日籌組大中華圈的核能專業組織與協會如 INPO、NEI、EPRI、NUPIC 等組織
產業	強化雙方互訪，增進國際業界間之認識	各領域核電產業定期(或不定期)籌辦交流、訊息整合與商展

7. 大陸近年來在明確的政策下，大力發展核電計畫，已擁有強大的技術與能力，加上以其廣大市場吸引各大供應廠商投入，在新建機組之工程設計與設備供應，已能獨當一面。在我們要新建機組之前提下，有必要考慮在互助互利原則下引進大陸技術；而在新建機組正式開始前，配合核能技術主軸計畫，核研所有必要先就第三代及其改良型核反應器之設計與分析加以了解，並最好有實際的練習機會。若能在正式啓動前(如 2013 年)，透過與大陸之合作交流，參與大陸 CPR-1000, CAP-1000, 或 EPR 之設計與建廠工作，對我們未來的新核能計畫絕對有助益。
8. 中廣核集團畢竟整體技術能力不如中核集團，並有心要藉擴大核電版圖，以脫離中核集團的束縛，故有意吸納各方支援，故鎖定中廣核集團是一較

好的戰略。所有談判源頭離不開政治，能與核安全局透過交流協商，對後續的「資訊透明」、「法規」、「組織」、「產業」等，才可能啟動。中核集團仍然是大陸核能的龍頭老大，長遠的如「放射性廢棄物處置」、「核子燃料供應」等議題，則可鎖定與之交流。中國核學會與中國核能行業協會，則仍為兩岸交流的橋樑。

9. 赴大陸進行實質交流之做法，建議如下表 8。

表 8 赴大陸進行實質交流之做法建議

大陸核能機構	交流合作項目	實務做法	台灣對應機構
核安全局	核安管制,設備認證 法規, HEST	1.邀請來台或再組團前往交流 2.報備陸委會訂定談判策略	AEC, INER, FMCA, TPC
中核集團	廢棄物處置研究,核 燃料供應, AP1000	1.國內應先達成共識 2.邀請來台或再組團前往交流	INER,FMCA, TPC, NTHU
中廣核集團	HEST,PSA,電漿熔融, 數位儀控,設備鑒定, 功率提升,模擬技術, 核堆芯分析	1.邀請來台或再組團前往交流 2.協助技轉廠商推銷 HEST 3.推動電漿熔融, 數位儀控, 設備 鑒定雙方合作 4.推動功率提升, 模擬技術, 核堆芯 分析雙方交流	INER,NTHU, TPC
國核電集團	AP1000, CAP1400	1.國內應先達成共識 2.搭配核能主軸計畫推行	INER,TPC, NTHU
中國核學會	兩岸研討會,學術活 動,核工業展	1.組團參加3月之核工業展 2.選擇中國核學會2010年學術研討 會組團參加 3.規劃年底兩岸研討會轉為實質交 流	核協會, INER TPC,工研院 NTHU

中國核能行業協會	產業與學術活動,核工業展	1.產業聯盟成立後,邀請來台商討未來合作交流	產業聯盟,TPC INER, 工研院 NTHU, 核協會
----------	--------------	------------------------	------------------------------

4. 建議事項

1. 核研所執行數位儀控系統技術研究多年，在軟體 V&V、軟體安全分析及人因工程技術方面已有具體之發展與應用成果，而且目前正推展自主型核能儀控系統技術，同時，台電公司龍門電廠 DCIS 設計、建置、出廠驗收測試及目前進行中的現場整合測試，皆有相當多的經驗回饋，新建機組亦正進行初步規劃作業。大陸方面積極發展核電，中廣核設計院儀控所已經具備 CPR1000 儀控系統與主控制室自主設計技術，廣利核公司已經具備非安全相關 DCS 系統產業應用技術，並規劃 2010 年宣布完成核安全級數位化儀控系統平臺樣機。建議持續安排兩岸數位儀控系統技術交流與研討，尋求技術互補項目並開展具體之合作議題，有助於核能安全
2. 大陸核電產業發展迅速，然而核電設備規範與工業標準體系尚未完整建立，目前正積極推展中。核能研究所執行核能同級品檢證與驗證已經十數年，累積執行一百多項檢證案，共約 24,000 零組件次。目前，中廣核「國家能源核電站核級設備研發中心」已獲大陸能源局核定成立，推行核級設備鑑定與評定相關技術，相關鑑定中心包括蘇州機械組件鑑定中心、上海電氣與儀控組件鑑定中心、成都核動力設計院鑑定中心等。建議兩岸可就核級設備檢證與驗證相關技術與經驗具體交流，建立互補或相互認證之機制，亦可協助台灣零組件產業界進入大陸核電市場。
3. 在此次參訪中，體認到大陸地區核電站易建，而處置場難尋的窘境，由於北龍處置場設計容量僅 80,000 m³，如何才能滿足未來大亞灣核電基地 8 部核電機組運行和除役的放射性固體廢物，除了將北龍處置場適當予

以擴建之外，採用 INER 之 PWRHEST 與 WOHEST 等固廢減容技術，或以之進行固化系統改善作業為其選項之一。我們已與大亞灣環保公司黃來喜總工程師大略討論並溝通過，惟受限於時間匆促，無法深入瞭解現行實際操作參數以及探勘現場，臨別時希望他能提供大亞灣、嶺澳核電站處理前廢棄物的數量及物理特性數據，如 pH 值、雜質成份、水份含量與比重等；另外，現行水泥固化系統的現場佈置圖與照片，以及流程主要設備之規格、尺寸、材質與功能說明等，俾行初步評估與概念規劃之依據。惟上述技術 INER 已技術授權予民間廠商，建請後續更具體之成案執行事項，由技術授權廠商積極促談，而由 INER 提供技術諮詢與必要之協助。

4. 建議核研所應加強與中科華之交流研討工作，相信於功率提昇、爐心裝填設計、熱功效能改善等方面之研發工作能有實質之互利。至於大陸核燃料製造、第四代氣冷式反應器、與大型核能實驗設施等研發項目亦需持續關注，並思考合作可能。

參考文獻

1. 中國環境保護部核安全局網頁，2010年2月。
2. 中國核學會網頁，2010年2月。
3. 中國核能行業協會網頁，2010年2月。
4. 中國核工業集團公司網頁，2010年2月。
5. 中國廣東核電集團公司網頁，2010年2月。
6. 施建樑等，”赴大陸參訪核安全局、中國核學會、中國核能行業協會、中核集團、中廣核集團、中電投集團、國核技集團及上海臨港產業園區”，INER-F0290, 2009年9月。

附件一、參訪期間之照片



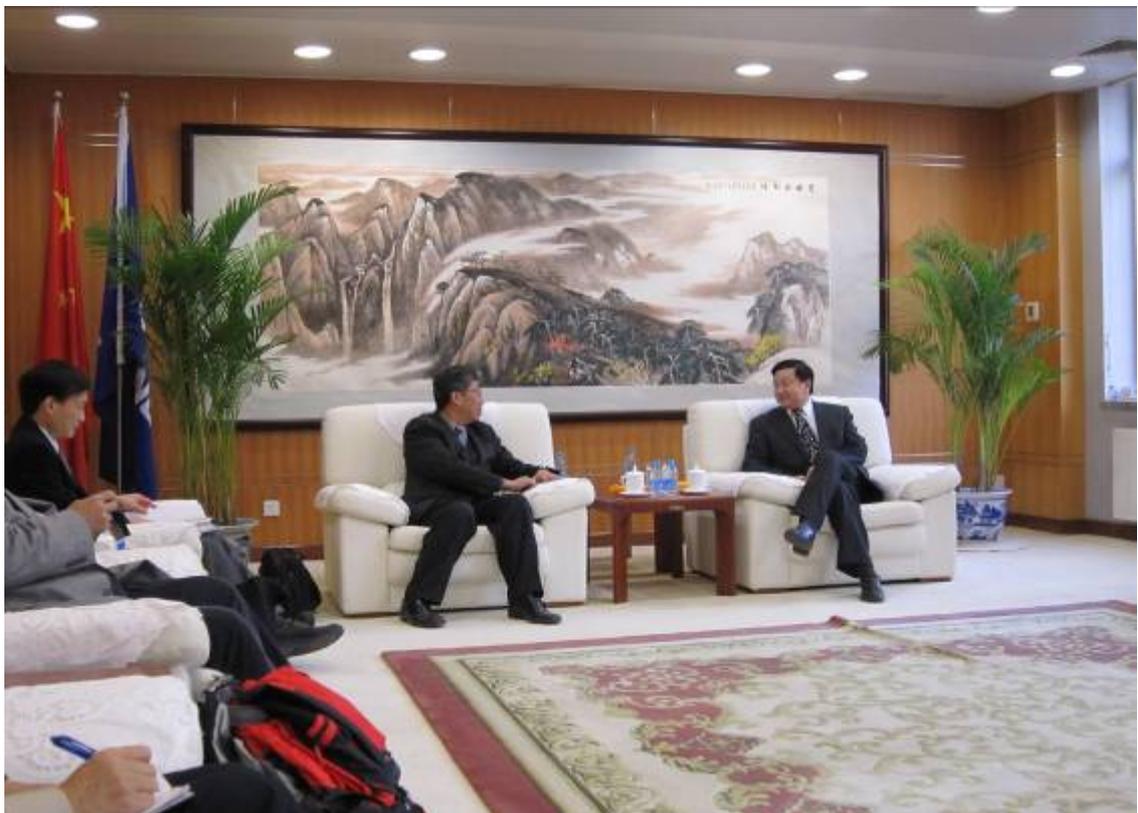
圖三-1 2009 年 12 月 22 日拜訪中廣核設計院與高峰副院長座談



圖三-2 2009 年 12 月 22 日參觀中廣核設計院儀控設計驗證中心



圖三-3 2009 年 12 月 23 日訪問中科華研究院與鄒勇平副總經理座談



圖三-4 2009 年 12 月 25 日上午拜會中核集團楊長利副總經理



圖三-5 2009 年 12 月 25 日下午參訪北京廣利核儀控公司