

出國報告（出國類別：其他）

赴中國大陸合肥參加「第一屆亞太青年
安全度評估(PRA)從業人員國際研討會
」並應邀進行專題演講，暨參訪深圳中
廣核集團報告

服務機關：核能研究所

姓名職稱：高梓木 研究員

派赴國家：中國大陸

出國期間：104年10月28日~104年11月5日

報告日期：104年12月18日

摘 要

大陸中國科學院核能安全技術研究所於 104 年 11 月 3 日與 4 日在安徽合肥舉辦「第一屆亞太青年安全度評估(PRA)從業人員國際研討會(1st Asia-Pacific Young Practitioner's PRA Forum)」，除邀請核研所高梓木研究員擔任主席主持一場次會議外，並擔任專題演講講員(Keynote Speaker)；本研討會討論的議題相當廣泛，主題為(1)如何有效使用 PSA 技術，(2)PSA 技術的挑戰與機會(包括瞭解問題、系統化、介面等議題)；高員發表專題報告內容包括使用安全度評估(PSA/PRA)技術於核電領域與非核電領域等能源科技上的應用。

除參加上述會議之外，高員於 10 月 29 日與 30 日參訪廣東深圳中廣核集團轄下大亞灣核電廠，進行核電老化管理的技術交流與擴展合作機會，除可瞭解大陸核電發展現狀，並有助於安全度評估技術在大陸核能安全領域實務應用及相關議題的瞭解；透過雙方的交流除可促進大陸對核能安全核電老化管理的重視，並有利於兩岸核電安全技術的發展。

高員就參加本次國際會議及參訪中廣核集團的心得作說明及提出討論與建議，此行在中國大陸核能安全 PRA 領域實務應用的相關議題及現狀均有進一步的掌握；中國大陸在機組的設計與建造有相當豐富的經驗，而我國對於核能機組的運轉與 PRA 研發有許多寶貴及領先的經驗，故現階段兩岸核能技術擁有不同的長處與互補之處，透過持續的交流有助於兩岸核能安全的促進。

目 錄

	頁碼
一、目的	1
二、過程	2
三、心得	24
四、建議事項	30
五、附錄	31

一、目的

大陸中國科學院核能安全技術研究所於 104 年 11 月 3 日與 4 日在安徽合肥舉辦「第一屆亞太青年安全度評估(PRA)從業人員國際研討會(1st Asia-Pacific Young Practitioner's PRA Forum)」，除邀請核研所高梓木研究員擔任主席主持一場次會議外，並擔任專題演講講員(Keynote Speaker)；本研討會討論的議題相當廣泛，主題為(1)如何有效使用 PSA 技術，(2)PSA 技術的挑戰與機會(包括瞭解問題、系統化、介面等議題)；高員發表專題報告內容包括使用安全度評估(PSA/PRA)技術於核電領域與非核電領域等能源科技上的應用。

除參加上述會議之外，高員於 10 月 29 日與 30 日參訪廣東深圳中廣核集團轄下大亞灣核電廠，進行核電老化管理的技術交流與擴展合作機會，除瞭解大陸核電發展現狀，並有助於安全度評估技術在大陸核能安全領域實務應用及相關議題的瞭解；透過雙方的交流除促進大陸對核能安全核電老化管理的重視，並有利於兩岸核電安全技術的發展與區域核能安全之增進。

二、過程

高員此次奉派於 10 月 28 日至 11 月 5 日，赴大陸合肥參加「第一屆亞太青年安全度評估(PRA)從業人員國際研討會」並應邀提專題報告，暨參訪深圳大亞灣核電廠。本次出國含往返旅程共計 9 天，行程如下表 1：

表 1. 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			
10	28	三	桃園	大陸-廣東 深圳	大陸	廣東深圳	往程
10	29~30	四~五			大陸	廣東深圳	參訪大亞灣核電廠進行核電老化管理的技術交流
10	31	六	大陸-廣東 深圳	大陸-安徽 合肥	大陸	安徽合肥	行程
11	1	日			大陸	安徽合肥	整理資料
11	2	一			大陸	安徽合肥	第一屆亞太青年安全度評估從業人員國際研討會報到
11	3~4	二~三			大陸	安徽合肥	參加第一屆亞太青年安全度評估從業人員國際研討會並應邀提專題報告
11	5	四	大陸-安徽 合肥	桃園	大陸	安徽合肥	返程

(一) 參訪中廣核集團轄下大亞灣核電廠與深圳之蘇州熱工研究院

大亞灣核電廠係中國大陸建造的第一座大型商用核電廠，自 1994 年商轉以來，已運轉逾 20 年；大亞灣核電廠的業主為廣東核電合營有限公司，該公司主要股東有中廣核集團有限公司（持股 75%）、中電控股有限公司子公司香港核電投資有限公司（持股 25%）。此次應大亞灣核電廠方思豪副廠長之邀請，至大亞灣核電廠與深圳之蘇州熱工研究院有限公司進行核電廠安全度評估（Probabilistic Risk Assessment, 簡稱 PRA 或 PSA）之交流。

10月29日上午先至中廣核集團轄下廣東深圳之蘇州熱工研究院有限公司PSA研究所參訪暨研討；由陳捷飛前所長接待，及與該所15位同仁參與研討，高員提出「不準度分析方法及其材料老化管理之應用」的簡報；下午則至運行優化研究所參訪暨研討，由郝海英主任工程師接待，及與該所12位同仁參與研討，高員提出「核能研究所(核研所)核電廠PRA技術暨其應用介紹」的簡報；高員除說明核研所在台灣已執行之PRA相關工作及經驗，並答覆蘇州熱工研究院兩研究所PRA/PSA同仁提問及其解決方案，可供作蘇州熱工研究院執行後續PRA技術之研發規劃暨其應用推廣工作的參考。

10月30日參訪會議由大亞灣核電廠方思豪副廠長主持，與會人員除該廠技術支援處PSA項目負責人李剛先生及電廠8位同仁外，尚有香港中電核電投資公司代表馮孟達高級技術經理全程與會。首先由李剛先生提出「大亞灣核電基地PSA現狀與規劃」簡報，再由高員提出「核能研究所核電廠PRA技術暨其應用介紹」的簡報，高員除說明核研所在台灣已執行之PRA相關管制與研發經驗，並回答大亞灣現有PRA/PSA工作所遭遇問題在管制與應用層面的解決途徑，方副廠長及其他中廣核集團技術同仁皆認同我們的能力與經驗，並可作為大亞灣後續執行PRA技術之管制層面暨其應用規劃的參考。

(二) 參加「第一屆亞太青年安全度評估(PRA)從業人員國際研討會」

「第一屆亞太青年安全度評估(PRA)從業人員國際研討會」是由中國科學院核能安全技術研究所(簡稱核安所)與Curtiss-Wright公司之日本分公司共同發起，並由日本東京大學與美國加州大學洛杉磯分校協辦的國際研討會。該會議兩天的議程(2015年11月3日與4日)假核安所會議廳舉辦，核安所位於安徽合肥市西郊蜀山湖畔的科學島上。本會議主旨在為世界各國核電廠PRA領域的年輕研究人員和工程師建構一個資訊開放的面對面溝通平台，以促進該領域研究人員間的實質交流與深化合作項目。高員除在11月3日下午擔任主席，主持該場會議外，並於11月4日上午應邀提出「Applications and Perspectives on PRA Technology」之專題演講(Keynote Speaker)。

中國科學院核能安全技術研究所是「中國科學院合肥物質科學研究院」和「中國科學技術大學」合作的研究機構，同時中國科學院中子遷移理論與輻射安全實驗室所也隸屬在此單位。中國科學院合肥物質科學研究院(以下簡稱合肥研究院)是中國科學院在安徽

設立的一個綜合性研究和人才培養基地。合肥研究院位於合肥市西郊風景秀麗的蜀山湖畔的董鋪島上，面積 2.65 平方公里。島上三面環水，綠樹成蔭。1998 年中國大陸中央高層蒞臨視察時對這裡的研究環境給予了很高的評價，並欣然題詞「科學島」，因此科學島成為合肥研究院的別名。相關地理位置及實驗室詳見如圖 1 中科院核能安全技術研究所地圖。

核能安全技術研究所的目標在於發展成具國際先進水準的核能安全技術研究基地、核能安全專業人材培訓中心、核電廠及其它核子設施安全技術綜合支援平台與協力廠商之研究機構。



圖 1. 中科院核能安全技術研究所地圖

核能安全技術研究建立在跨領域之先進核能研究團隊（Fusion Driven System 簡稱 FDS）進行研究，在中國科學院的未來先進核裂變能-ADS 嬗變系統（Accelerator Driven Sub-critical System）、國際科技合作計畫的國際熱核融合實驗反應爐（International Thermonuclear Experimental Reactor 簡稱 ITER）與大陸國家核安全科技創新計畫等重大專案的關聯與支持下，針對核能相關之關鍵科學技術問題展開多學科的基礎性、前瞻

性、戰略性研究。研究內容包含：中子物理與臨界安全、核能材料與設備安全、熱水流與事故、核能系統運行與控制安全、輻射防護與環境影響、核能軟體與模擬、可靠度與機率安全、核能技術應用、核化學與安全、緊急計畫與核安文化等領域。

研究團隊現有成員 400 餘人，科技研發人員中具有博士學位者約占 80%，在先進核反應爐中子物理方法和技術、環保型核反應爐材料與液態重金屬回路技術、核電站安全與風險評價研究及相關多學科研究方面進行原創性的科技研發。

核能安全技術研究所組織架構如圖 2 所示，其整體的配置主要目標在執行核能相關的研究，規劃出 10 個研究部門與 4 個執行部門。其中可靠性與概率安全研究室 (Reliability and Probabilistic Safety Division) 所負責的工作即為本所內的風險評估。PRA 在大陸稱之為 PSA (Probabilistic Safety Assessment)，係為大陸以及歐洲地區慣用的稱呼，所涵蓋的研究內容與我國及美加慣稱的 PRA 完全相同。

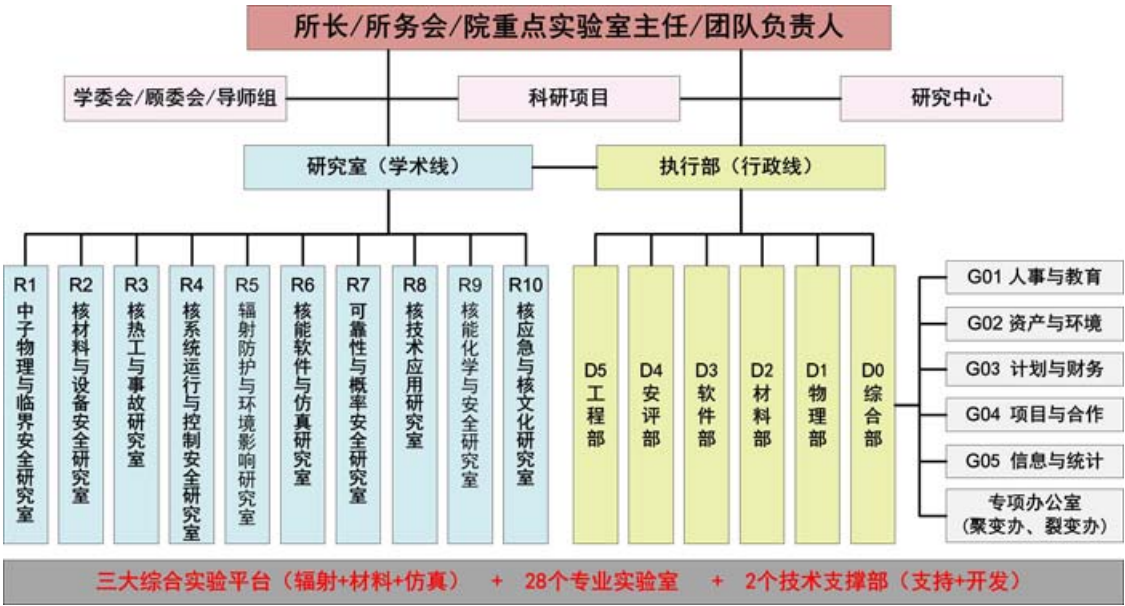


圖 2. 中科院核能安全技術研究所架構圖

會議議程如圖 3 至圖 5 所示，會議主席為 INEST 特聘研究員吳潔先生，會議為期兩天，共進行 16 個簡報，並在會議結束安排一段時間進行討論。此次參與報告的單位包括主辦單位之核安所、Curtiss-Wright 公司、日本東京大學、我國核研所、韓國科學技術院 (KAIST, Korea Advanced Institute of Science and Technology)、中國環境保護部核與輻射安全中心、中國核工業建設集團公司、中廣核集團及當地的中國科技大學研究生共逾 50 位專業人士。國際研討會兩天議程共計包括 4 篇專題演講(Keynote Speakers)與 12

篇口頭簡報，報告議題大致分為四方面：核電廠 PRA 執行成果的回顧與展望、PRA 應用於新型核電廠的發展、PRA 分析軟體的開發與應用、以及 PRA 新興議題分析方法的建立。



Sponsored by Institute of Nuclear Energy Safety Technology, CAS & Curtiss-Wright Corporation
Supported by University of California at Los Angeles and Tokyo University

Agenda

1st Asia-Pacific Young Practitioners' PRA Forum				
Chair: Jie Wu (Contact: Jin Wang, +86-13855117871)				
Time	Content	Speaker	Chairman	
Nov. 03 AM (INEST B201)	09:00-09:10	Welcome	Institute of Nuclear Energy Safety Technology, CAS / FDS Team, Jie Yu	Jie Wu
	09:10-09:50	Words of History, Bits of Advice: 33 years of doing PRA	Curtiss-Wright, Woody Epstein	Akira Yamaguchi
	09:50-10:30	Advanced Reactor Safety Approach and PRA Technique	Institute of Nuclear Energy Safety Technology, CAS / FDS Team, Jie Wu	
	10:30-11:00	Photo Taking, Coffee Break & Laboratory Tour		
	11:00-11:30	Status of level 2 PSA and its Review in China	Nuclear and radiation safety center, Ministry of Environmental Protection of China, Chun Li	Jie Wu
	11:30-12:00	PSA & SA & EP Works in CNPE	China Nuclear Power Engineering Co., Ltd Bo Zhao	
	12:00-13:00	Lunch		

圖 3. 第一屆亞太青年安全度評估(PRA)從業人員國際研討會議程(一)



Sponsored by Institute of Nuclear Energy Safety Technology, CAS & Curtiss-Wright Corporation
Supported by University of California at Los Angeles and Tokyo University

Nov. 03 PM (INEST B201)	13:00-15:00	Laboratory Tour		
	15:00-15:30	A Seismic PSA Quantification Method Used in a NPP	China Nuclear Power Design Co., Ltd. ShenZhen Jinkai Wang	Tsu-Mu Kao
	15:30-16:00	A study on the CFVS operation method considering the risk from the containment overpressure failure	Korea Advanced Institute of Science and Technology, Ham, Jaehyun	
	16:00-16:30	Calculation and Analysis of Nuclear Power Plant Fire CDF	Nuclear and radiation safety center, Ministry of Environmental Protection of China, Qiang Shi	
	16:30-17:00	Reliability and Probabilistic Safety Assessment of Advanced Nuclear Energy System	Institute of Nuclear Energy Safety Technology, CAS/FDS Team, Jiaqun Wang	
	17:00-21:00	Welcome Dinner		
Nov. 04 AM (INEST B201)	09:00-09:40	Lessons-Learned from 1F Accident and New Challenge in PRA	University of Tokyo, Akira Yamaguchi	Woody Epstein
	09:40-10:20	Applications and Perspectives on PRA Technology	Institute of Nuclear Energy Research, Atomic Energy Council, Taiwan Tsu-Mu Kao	
	10:20-10:50	Coffee Break		
	10:50-11:20	Development of Reliability and Probabilistic Safety Assessment Software System RiskA	Institute of Nuclear Energy Safety Technology, CAS/FDS Team, Shanqi CHEN	Chun Li
	11:20-11:50	A Method to Select Software Test Cases for Software	Korea Advanced Institute of Science and Technology,	

10

圖 4. 第一屆亞太青年安全度評估(PRA)從業人員國際研討會議程(二)



Sponsored by Institute of Nuclear Energy Safety Technology, CAS & Curtiss-Wright Corporation
Supported by University of California at Los Angeles and Tokyo University

		Failure Probability Quantification	Kim, Hee Eun	
	11:50-12:20	Development of Risk Assessment Procedure of Interim Dry Storage Facility Subjected to an Aircraft Crash Scenario	Korea Advanced Institute of Science and Technology, Al Momani Belal	
	12:30-13:30	Lunch		
Nov. 04 PM (INEST B201)	13:30-14:00	Development and Application of PSA in China National Nuclear Corporation	CNNP Nuclear Power Operations Management Co., Ltd Yong Cao	Bo Zhao
	14:00-14:30	Reliability Assessment of Safety-critical Network Communication in Digitalized Nuclear Power Plant	Korea Advanced Institute of Science and Technology, Sang Hun Lee	
	14:30-15:00	The application of PSA in the checking calculation of new nuclear power plant in China	Nuclear and radiation safety center, Ministry of Environmental Protection of China, Chaojun Li	
	15:00-15:30	Feed and bleed operation strategy with low pressure injection pump and hybrid SIT	Korea Advanced Institute of Science and Technology, Jeon, Inseop	
	15:30-16:00	Coffee Break		
	16:00-17:00	Discussion		
	17:00-17:10	Summary	Institute of Nuclear Energy Safety Technology, CAS / FDS Team, Jie Wu	Jie Wu
	17:10-21:00	Dinner		

11

圖 5. 第一屆亞太青年安全度評估(PRA)從業人員國際研討會議程(三)

除會議外，主辦單位另外安排半天的行程進行核安所重要實驗室的參訪；包括(1)鉛基研究反應器(Lead-based Series Reactor)研究室、(2)強流氘氚聚變中子源研究室、(3)核材料與設備安全研究室。此三座研究室均以開發鈾核電的技術為主。鈾核電是現行核電廠的替代方案之一，中國與印度兩個大國尤其積極，根據中、印兩國的規畫，未來 20 年內，鈾核電最多只能發展到實驗運轉的階段，談不上商業運轉。因為印度計劃在 10 年後完成的新型核電廠，鈾燃料發電量只占總發電量的 60%，而且一部機組的發電量只有 300 百萬瓦。（我國龍門電廠的一部機組即有 1,350 百萬瓦）因此，印度原能會前主委欣哈（Ratan Kumar Sinha）曾說「鈾核電是振興印度經濟的閘門」，中國大陸的情形也對鈾核電的技術賦予重望。2014 年 1 月中國科學院在上海設立鈾基熔鹽堆核能系統卓越創新中心，設定目標為在 10 年內成為以工業應用為目標的世界級研究中心；並預定在 2022 年完成一部 10 百萬瓦機組；然後在 2030 年左右興建一部 100 百萬瓦機組。

本次會議邀請四位專題演講者，分別是：Curtiss-Wright 公司的 Woody Epstein 先生、INEST CAS/FDS 團隊的 Wu Jie（吳潔）先生、東京大學的 Akira Yamaguchi（山口晃）教授與核能研究所（本所）高員。這四位專題演講者所講述主題為 Epstein 先生的「Words of History, Bits of Advice: 33 years of doing PRA」、吳潔先生的「Advanced Reactor Safety Approach and PRA Technique」、Yamaguchi 教授的「Lessons-Learned from 1F Accident and New Challenge in PRA」與高員的「Applications and Perspectives on PRA Technology」。

會議中專題演講者高員簡報核研所 PRA 技術的相關發展，台灣的風險評估技術自 1982-1992 年開始發展，1993-1996 年間漸趨完善，1997 年至今為應用階段。核能研究所的風險評估團隊針對台灣的每座核能電廠發展對應的分析模式開發已經超過 33 年；高員簡報並說明 PRA 技術真正全面的推廣，在前述 WASH-1400 出版之後整整二十個年頭。1995 年 8 月，美國核能管制委員會(Nuclear Regulatory Committee, NRC)及核能工業界認知到 PRA 已可作為管制或營運決策的工具，NRC 進而發佈推廣 PRA 應用的政策說明，希望能借助其分析技術，協助核安的決策並增進管制的效率，即所謂的「風險告知決策」(Risk-Informed Decision Making)。在 NRC 的大力推廣之下，採用 PRA 為工具以落實風險告知的管制或營運的觀念已蔚為風潮，以謀求在安全與在有限資源(如經濟因素或人力考量上)的考量下能取得一個平衡點。

2000年4月起NRC展開新的「反應器監管程序」(Reactor Oversight Process, ROP)，使監管過程更加客觀、可預知、具一致性與風險告知化，減少不必要的管制負擔。同時整合視察、評估與執法過程，使用客觀的績效指標(Performance Indicator)，使視察作業聚焦於安全領域；對於有績效問題的電廠投入較多的管制，而對表現良好的電廠則維持基本程度的管制。透過可預知及一致的態度回應管制者對經營者違規的裁定，並反映違規層級的核安顯著性。

高員並介紹了核研所發展的風險評估應用程式 INERISKEN，並提出測試證明 INERISKEN 可以良好的執行及使用在相關的應用上；此外，除了核能工業，INERFT 也被應用在台灣的石化工業上。其他像是整合了餘熱移除系統、凝結水系統、控制棒驅動系統、緊急寒水系統、緊急循環水系統、主飼水系統、高壓噴灑系統、低壓爐心噴灑系統、主蒸汽系統、爐心隔離冷卻系統、再循環系統、爐水淨化系統等的風險告知營運期間檢測先導展示系統也在會議中做介紹。

專題演講另外兩位講員 Curtiss-Wright 公司的 Woody Epstein 先生與東京大學的 Akira Yamaguchi (山口晃) 教授之演講重點列述如下：

(1) Woody Epstein :

Woody Epstein 先生在他的簡報中分享 33 年在 PRA 領域中的工作經驗與其個人的見解與看法，由於本次的研討會主要對象是針對青年 PRA 從業人員，他也提供一些建議給與會人士及鼓勵年輕人要具備多面向的想像力，並且指出要學會 PRA 就要從做 PRA 開始，並提供如何擁有自己的 PRA 相關工作項目，例如：審視他人執行的 PRA、審視核電廠運轉的經驗資料、納入個廠(Individual Plants)數據、瞭解所分析的廠址與事故如何發生、並向有經驗的專家學習與持續更新及查證自己執行 PRA 結果的正確性。

在報告中希望能夠建立 Asia-Pacific Risk Institute，俾共同力推相同的業界標準並且成立一個公開的論壇，在此架構下提供青年新進人員共同學習 PRA，在此框架下產生出新的 PRA 方法論，以避免大規模的災難發生。

Epstein 先生也提倡建立亞洲地震資料庫，其內容包含安全相關設備之結構、系統及組件 (Structures, Systems and Components, SCCs) 的成功以及失敗數據，同時也包括地震目錄、強震紀錄、廠址資訊、土壤結構、斷層長度、電廠結構、電廠系統等，藉由以

上資訊我們才可以找出電廠的弱點，最後 Woody 先生根據目前運行的核電廠以及平均的爐心熔毀機率，推估出在人的平均壽命（70 年），其一生會遭遇到全球發生核事故的機率為 89%（圖 6），因此我們更應該要防患未然。

Preparing our expectations for the unexpected

There are about 435 operating commercial nuclear power units (some on and some off line).

Assume the average availability is about 70% per year and that their average CDF is $1.0e-4$ per year.

Therefore, the per year rate of a core damage accident somewhere in the world is about $435 * 70% * 1.0e-4 = 3.05e-2$;

In human terms, this is to say that in a lifetime, we would expect a core damage accident somewhere in the world to be about $1 - (1 - 3.05e-2)^{70} = 89%$;

Is this acceptable to people and to nuclear power advocates?

We must learn to explain simply and saying truthfully what we know and what we do not: risk is a social, normative notion and risk communication means listening first to the people, and then talking.

圖 6. 推估核事故發生機率

(2) Akira Yamaguchi :

Akira Yamaguchi 教授（山口晃，以下稱山口教授），主要講述的是福島一廠事故的經驗與教訓、及 PRA 所面臨新的挑戰。首先山口教授提供了幾張事故的照片讓聽眾瞭解海嘯的強度，接著依時序提供幾張電廠系統圖解說在事故後系統與設備的可用情況。提供了在事故現場環境與人員工作情況，並附上對於現場人員當時的狀況的證詞。

對於第一線人員以及運轉員在全黑環境下作業令人印象深刻（相關的簡報內容請見圖 7），以下節錄一段：

我們失去了電源而且我覺得我們什麼事情都做不了，其他運轉員神情緊張。他們大叫：「我們什麼也做不了，我們為什麼還在這。」

在福島一廠事故中，電廠處於同時喪失廠外電源且緊急柴油機因為海嘯受損無法進行發電供給緊要之安全設備，此時機組已進入全面喪失交流電。在長時間喪失交流電後，

電池所提供的直流電源也因為電池耗盡而無法供電，此時在當時狀況下要確認系統的狀況是一件很困難的事情（見圖 8 與圖 9），當時現場的人員提到，用了 45 鐘的時間在確認 RCIC 的運轉狀況，然而這件事在平常只要幾分鐘，這是因為現場與控制室之間的通信功能的喪失，如果有良好的通訊功能則不會花費這麼長的時間來確認系統的運轉。在圖 10 的投影片中可以看到，最後福島電廠採用汽車蓄電池恢復儀控電源。

在報告中，也提到 1999 年 12 月法國 Le Blayais 電廠遭受暴風產生的風暴潮侵襲，使得 1 號機、2 號機嚴重淹水，造成短暫的喪失廠外電源及多組的安全相關的系統無法運作，這也說明多重事件結合所導致的超越基準事件是可能發生的，應以此為鑑，提升核能安全。

最後的結論提到嚴重事故的情節是隨時在變動的，且在嚴重事故下各種現象會交互作用相互影響。PRA 除了可以提供出重要的風險洞見外，也能夠成為一個可以來檢驗安全度的方法論。對於 PRA 我們需要關心於對於未知的不準度、質疑的態度以及決策過程。

Testimonies of Accident Witness

- “After this (around when the tsunami arrived), power lights began to flick, and then I saw they all turned off.
The emergency power was shut off, and all of the lights on the MCR panel started to turn off. I did not know what happened however I couldn’t figure out that it was caused by a tsunami.
My fears were confirmed when operator was running into the MCR and yelling we’re being flooded with seawater”.
- “As the tsunami engulfed us, the emergency power became unusable and lights in the MCR were reduced to one emergency light (making it possible to just barely see within the darkness).”
- **“We lost the power, and I felt that we could not do anything. The other operators looked nervous. They yelled, “we can’t do anything, why are we still here!?” However I bowed my head and asked them to remain and they did.”**

圖 7. 事故證詞

[Confirming reactor building equipment in the darkness]

- “The ERC at the power station asked me in the MCR to confirm the operating of RCIC, **however that was not easy. Normally it only takes a few minutes, however it required 45 minutes to an hour, because fastening a self-contained air unit took 10 to 15 minutes. Performing in the field took 30 minutes, returning to the MCR, taking off all the equipment, and going back to the MCR for the report.**
It would not have taken as long if we had **some communication measure.** Aftershocks were continued, and there was still the possibility of another tsunami would arrive.”



<Self-contained air unit>



<Working in the darkness>

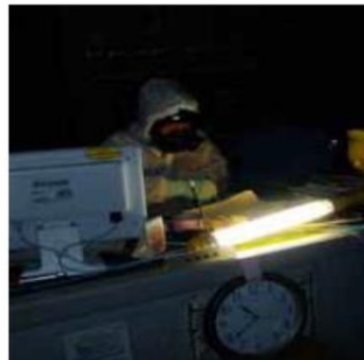
Taken the Service Building entrance from the inside.
The floor was cluttered with objects.

12

圖 8. 全黑下確認設備狀況(1)

Monitored by the Assistant Shift Supervisor

The Assistant Shift Supervisor at the desk monitored plant data and information wearing a full face mask in the total darkness.



Checking Instrument Gauges

Checking instrument gauges in the total darkness with only a flashlight to depend on.

14

圖 9. 全黑下確認設備狀況(2)

Temporary Instrument Power

Temporary batteries were connected to power control room instruments due to loss of power.



Installing Temporary Power

Workers who are not working for electrical system were called out to manually lay the power cables



16

圖 10. 全黑下的暫時應變手段

除了上面主辦單位所邀請的四位專題演講者，另外還有四個單位 12 位專業人士參與會議報告，報告的議題大致上分為各個單位對核能電廠安全度評估執行成果與回顧、針對 PRA 在大陸新型電廠的發展、新興議題的分析方法的建立與安全度評估分析軟體的開發與成果進行報告。報告議題略述如下：

(1) PRA 執行成果的回顧與展望

分別由中國核工業集團公司（China National Nuclear Corporation 簡寫 CNNC，簡稱中核集團）旗下的中國核電工程公司（China Nuclear Power Engineering Corp.簡寫為 CNPE）簡報該公司在 PRA、嚴重事故與緊急計畫的成果；中核核電運行管理公司則報告 CNNC 對於 PRA 的發展與應用；另外中廣核集團則是報告地震 PRA 不準度的分析方法；核與輻射安全中心報告火災 PRA 與其計算成果。

(2) PRA 應用於新型核電廠的發展

由核安所簡報 PRA 方法應用在進步型反應器研究上；核與輻射安全中心報告新型核電廠 PRA 應用的獨立計算在目前的成果與未來工作方向。

(3) PRA 分析軟體的開發與應用

由核安所報告自行發展的風險計算軟體 Risk A，其相關功能以及應用成效的展現。

(4) PRA 新興議題分析方法的建立

韓國科學技術院分別針對圍阻體過濾排氣系統操作對圍阻體過壓之安全評估、數位化電廠網路通信可靠度評估、飛機撞擊乾式貯存之風險分析方法建立、軟體失效量化與低壓注水策略進行簡報。

與會的各個單位針對核能電廠安全度評估執行成果與回顧、針對安全度評估在大陸新型電廠的發展、新興議題的分析方法的建立以及安全評估分析軟體的開發與成果進行簡報，以下將依各個簡單團體進行介紹而非會議議程的時序。

中國核工業集團公司旗下的中國核電工程公司(CNPE)與中核核電運行管理公司（CNNP Nuclear Power Operations Management Corp.簡寫為 CNNO）參與本次會議，其中 CNPE 簡報標題為 PSA & SA & EP Works in CNPE。圖 11 為解說 CNPE 公司的工作範圍，已完成的成果有中核集團旗下的電廠的一階 PRA 以及 PRA 的應用，例如各電廠的風險監測系統、緩解系統性能指標評價系統（救援系統性能指標評估系統）等、嚴重事故與緊急計畫

之研究、二階 PRA 與嚴重事故指引。



圖 11. CNPE 公司的 Working Scope

中核核電運行管理公司報告主題為 Development and Application of PSA in China National Nuclear Corporation，簡介了公司的概況與公司內的 PRA 團隊的工作項目，例如：PRA 的模式發展與更新、發展與維持 PRA 應用工具、數據收集等。圖 12 為 CNNO 公司發展秦山電廠 PRA 的歷程。在 PRA 應用上發展了幾個應用工具，如風險監視系統與發展電廠程序書提供 PRA 風險分析表單。最後展示了 CNNO 公司分析的幾個電廠的 PRA 的結果，包含功率運轉的結果和前幾名的最小失效組合、低功率與停機 PRA 的結果。

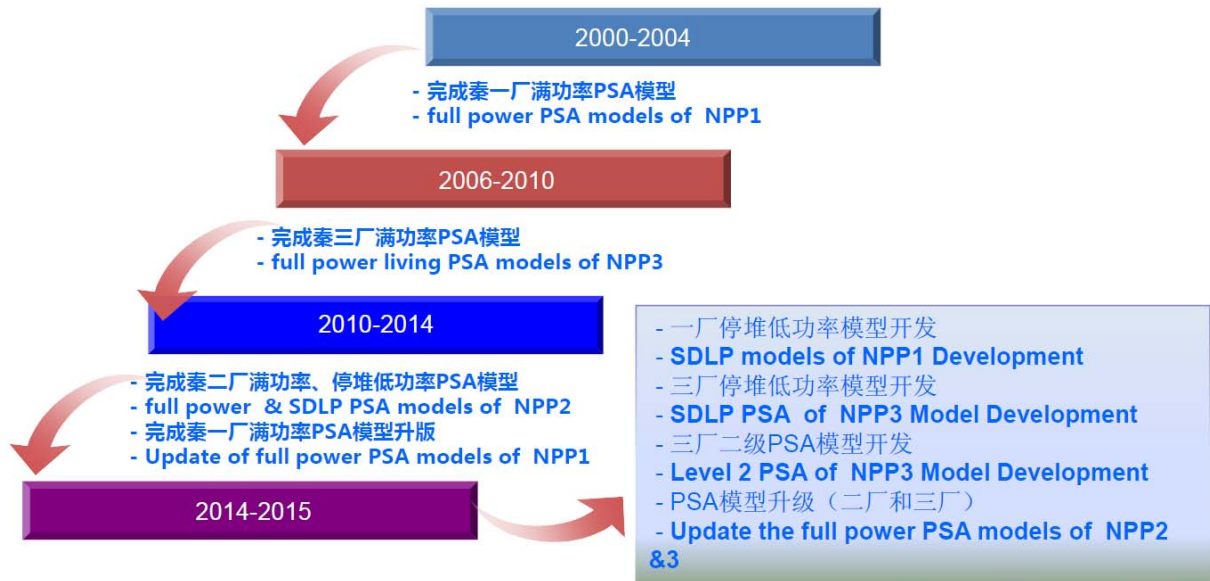


圖 12. CNNO 公司發展秦山電廠的 PRA 內容

中國廣核集團下的深圳中廣核工程設計有限公司報告主題為 Treatment of Uncertainty in SPSA Quantification，在考量地震風險評估時的不準度，其不準度來自於地震危害曲線（高）、脆弱性分析（中）、電廠反應（中）與軟體計算爐心熔損頻率（低），報告中，藉由軟體模擬不準度傳遞。最後的報告歸納一些結論：地震安全度評估因不準度會影響到風險的洞見與地震危害曲線，最後影響到爐心熔損頻率的不準度。

環境保護部核與輻射中心進行了三個簡報，其標題分別為：Status of Level 2 PSA and its Review in China、Calculation and Analysis of Nuclear Power Plant Fire CDF 與 The Application of PSA in the Check Calculation of New Nuclear Power Plant in China。

中國二階 PRA 的現狀的簡報中提到：福島事件後，中國國家核安全局（National Nuclear Safety Administration 簡稱 NNSA）發佈許多應對措施，主要可以歸納為下面三項：

- 第一階段：對現有核電廠執行全面的安全檢查，並制定核能安全計畫。
- 第二階段：執行廠外事件安全度餘裕評估。

- 第三階段：綜合第一、二階段成果以及福島事故的經驗回饋，對於新建核能電廠，研究制訂新的安全要求。

另外，大陸的第 12 個 5 年計畫，對於核能安全與放射性物質污染防治與控制要求訂有明確的目標如下：

- 不再是安全要求目標 “對於新的核電廠要有足夠設備防止或是緩和嚴重事故，以達到爐心熔損發生頻率（Core Damage Frequency 簡寫為 CDF）以及早期輻射大量外釋頻率（Large Early Release Frequency 簡寫為 LERF）分別小於 10^{-5} 以及 10^{-6} 。
- 對於營運中與建造中的核能電廠，必須於 2015 年底完成二階安全度評估以及廠外事件安全度評估。

並草擬新建之核能機組的安全要求：廠內事件、廠外事件與用過燃料池等，必須做功率運轉以及停機模式的 Level 1&2 PRA。

大陸目前二階 PRA 的近況如圖 13 所述，已經完成了 CPR-1000 (Generation II+)、CAP1400、HUA LONG、EPR 與 AP1000，相較於其它二代機組其 LERF 均小於 $1E-07$ 。對於大陸自主設計的 CAP1400 與 HUA LONG 其 LERF 貢獻來源見圖 14。

目前大陸管制當局也在進行核能電廠二階 PRA 審查，目前遭遇到的技術問題包括如下：

- (1) Level 2 PRA 的假設
- (2) 在嚴重事故下系統和其組件的可靠度
- (3) 任務時間
- (4) 大量外釋的定義

◆ Some Level 2 PSA Result (LRF) of PWR NPPs in China

Type	Internal Events	Other Events	Total
AP1000(San Men)	4.0E-08	1.9E-08(Include internal Fire/Flood)	5.94E-08
EPR (Tai Shan)	1.38E-07	1.3E-07(Include Spent Fuel Pool)	2.68E-07
CPR1000(Ning De)	4.82E-06		
CAP1400	2.38E-08	2.78E-08(Include internal Fire/Flood)	5.16E-08
HUA LONG I (Fu Qing 5/6)	1.73E-08	3.32E-08(Include internal Fire/Flood/Seismic)	5.05E-08
HUA LONG I (FangChengGang 3/4)	3.57E-08	3.223.32E-08(Include internal Fire/Flood, except seismic)	6.79E-08

WEBSITE <http://www.chinansc.cn/>

圖 13. 二階安全度評估結果

◆ The release categories of level 2 PSA

type	release categories and %(LRF)		total
	bypass	MCCI	
CAP1400	47.89%	37.72%	85.61%
HUA LONG I (Fu Qing 5/6)	60.0%	28.9%	88.9%
HUA LONG I (FangChengGang 3/4)	49%	47%	96%

V-LOCA, SGTR and RPV rupture is the main risk of LRF.

WEBSITE <http://www.chinansc.cn/>

圖 14. 各項 LERF 之佔比

核與輻射中心的第二個簡報則報告了執行火災安全度評估，在簡報中提到使用的方法為美國核管會所提供的文件 NUREG-6850 的方法進行評估。第三個簡報則是在說明對於大陸的新型反應器 PRA 應用的獨立驗證計算，主要驗證對象為 CAP1400。以圖 15 所示，監視與管理電廠的安全分為五個階段，在建造與測試期間，是進行獨立驗證計算風險的時機。該中心近期完成方家山核能電廠 3、4 號機量化風險評估，目前正在進行福清核能電廠 5、6 號機的量化風險評估。

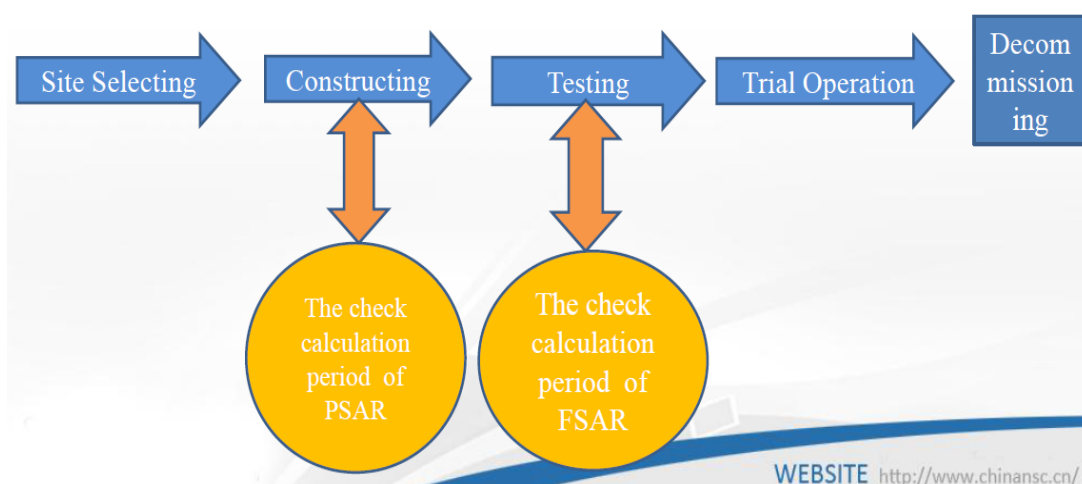


圖 15. 執行計算驗證時機

中國科學院核能安全技術研究所介紹了該院自行開發的可靠度與安全度評估軟體 RiskA 的介紹，RiskA 所採用之方法論基於二元決策圖(Binary Decision Diagrams)與零壓縮二元決策圖(Zero-suppressed Binary Decision Diagrams)進行開發。RiskA 可進行故障樹分析、事件樹分析、不準度分析、靈敏度分析與重要度分析等，整體架構請見圖 16。RiskA 軟體擁有一項關鍵特點，這特點就是可以將其他的軟體所開發的模式進行轉換成 RiskA 的模式，目前支援軟體包括 CAFTA、RiskSpectrum 與 OPEN-PSA。

除了開發 RiskA 外，另外還開發 RiskAngle 與 RiskBase，RiskAngle 主要功能有核能電廠風險即時監控、計算組件重要度與排程評估；RiskBase 是做為提供資料取得，資料的整合與分析進而將資料最佳化與資料的管理之目的，所打造出的資料處理平台。相關介紹可見圖 18。

RiskA PSA Overview

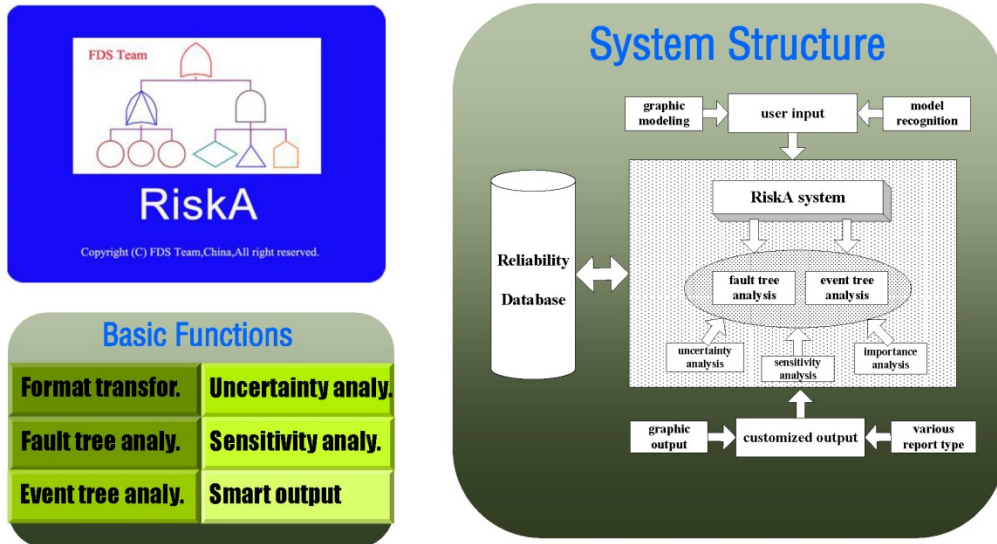


圖 16. RiskA 整體架構

Modules



圖 17. RiskAngle 架構

RiskBase: Database & Management System for Reliability Analysis

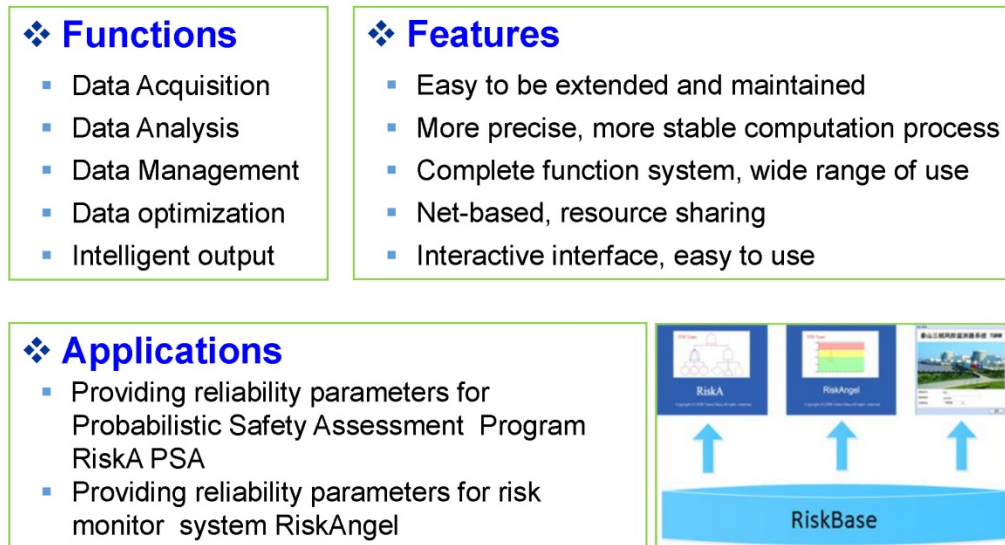


圖 18. RiskBase 介紹

韓國科學技術院由 Hyun Gook Kang 教授帶領了 4 位博士生，在本次會議進行簡報，報告的議題分別為：A study on the CFVS operation method considering the risk from the containment overpressure failure、A Method to Select Software Test Cases for Software Failure Probability Quantification、Reliability Assessment of Safety-critical Network Communication in Digitalized Nuclear Power Plant、Feed and bleed operation strategy with low pressure injection pump and hybrid SIT。

第一個報告中的 CFVS 是 Containment Filtered Venting System 的簡寫，譯成中文即為圍阻體過濾排氣系統是在事故中使用的系統，本研究是使用 MAAP 4.0.3 (Modular Accident Analysis Program) 做為分析的程式，分析 APR-1400 之反應器，以 MAAP 提供的輻射源項做為輸入輻射源項，並針對幾個事件進行分析，例如就廠區全黑(SBO)與廠外電源無法恢復等事件進行分析。

在第四個簡報中，報告者對 KAERI (Korea Atomic Energy Research Institute)

為 APR+ (Advanced Power Reactor 為韓國所設計之壓水式反應器) 所設計的 Hybrid SIT (Hybrid Safety Injection Tank, 如圖 19. Hybrid SIT 所示) 的被動式救援設備進行分析, Feed & Bleed(F&B)之補水策略使用時間是在當餘熱移除系統不可用時, 用做直接冷卻爐心之策略, 一般來說當高壓注水不可用時, F&B 補水策略也視為不能使用。此研究是考量 F&B 在低壓注水的下的效益, 經計算後此方法可以有效降低爐心熔損頻率下降 7 個百分點。

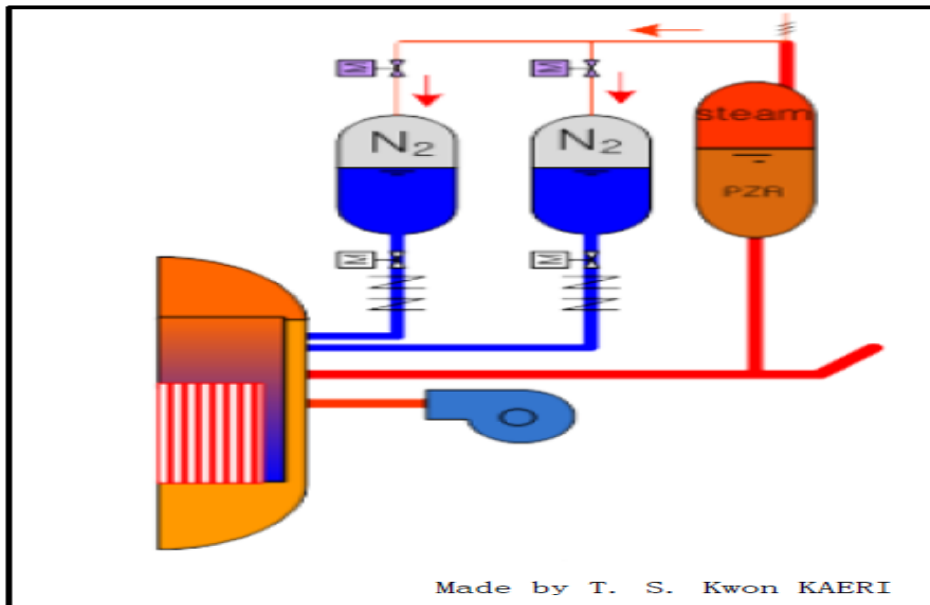


圖 19. Hybrid SIT 系統

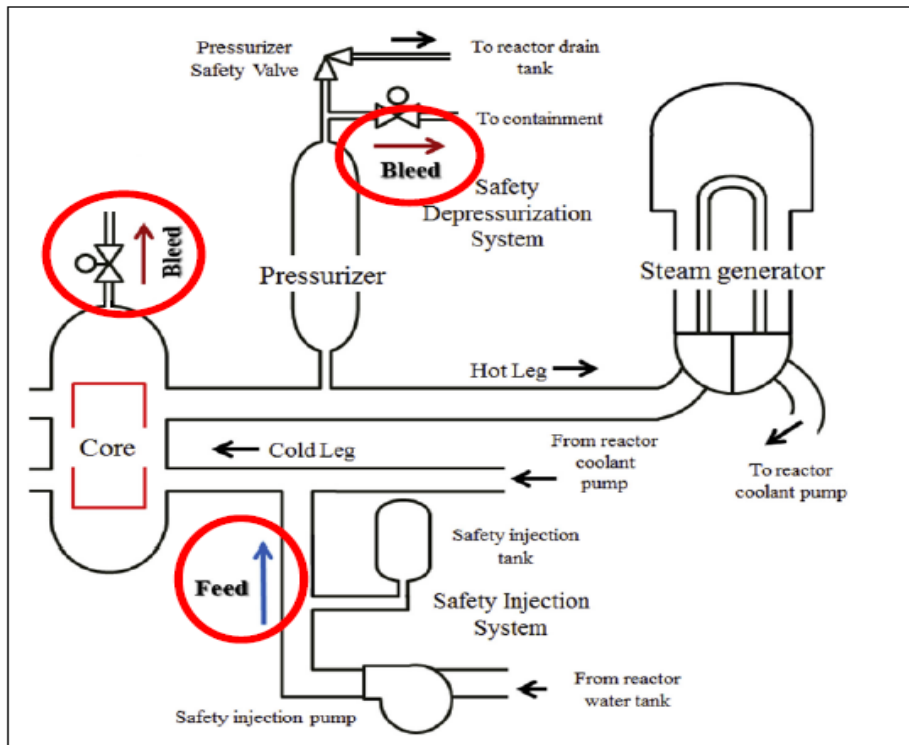


圖 20. Feed & Bleed 運轉策略

三、心得

此次高員國外公差應邀參加中國大陸中國科學院核能安全技術研究所舉辦之「第一屆亞太青年安全度評估（PRA）從業人員國際研討會」另參訪中廣核集團轄下深圳之蘇州熱工研究院與深圳大亞灣核電廠，進行 PRA 技術交流之心得分述如下：

- （一）.福島事故後，無論是管制單位、核電經營者以及研究機構，都積極對廠外事件進行有系統的分析，期望透過 PRA 的分析與洞見，作為各個電廠的改善依據。台灣四面環海又處於地震帶，因此地震和海嘯的威脅較大，透過核研所的海嘯 PRA 分析方法，可以以確認核能電廠的海嘯危害現況，依風險洞見制定出有效的海嘯防護措施，以期能保障核能電廠運轉安全。
- （二）.兩岸對於飛機撞擊頻率的計算均使用 NUREG-0800 與美國能源部(DOE)之 STD-3014-2016 所提供的方法論，我國評估結果均顯著較低，有必要進行細部分析的篩濾標準，大陸方面因為對於篩濾標準還未有共識，所以僅針對撞擊建築物進行篩選，但是對於撞擊後的效應目前還是無法處理。
- （三）.在日本福島地區發生核子事故後，國際間無論是管制單位、營運業者或是研究機關，都積極針對廠外天然災害的風險進行大規模分析工作，除了確認設計基準符合廠址現況之外，也期望能透過各種分析洞見，作為設計及運轉改善的依據。台灣位處於環太平洋地震帶，建議國內研究單位建立完備的海嘯危害分析，做為量化評估風險之依據。
- （四）.由於國際間對全球暖化越來越重視，美國政府於 2014 年 6 月提出了「清潔能源計畫」期望於 2030 年可以將美國能源業的碳排放量之總量達到 2005 年之量再減少 32%。2015 年 11 月，在法國巴黎舉辦了「聯合國氣候變遷綱要公約第 21 屆締約國大會」（簡稱 COP21），此類限制碳排放的議題將勢必再被提出。核能相對於其他以石化能源而言，除了可以大量減少二氧化碳排放之外，對於國內能源自主性與穩定性亦有相當大的助益，建議國內對於能源的取得應多元化，除持續推動核能發電外，也應積極發展可利用的再生能源，供電

穩定除了是工業發展的基石外，也是社會安全不可缺少的一環。

- (五) . 在中國大陸大量建造核能電廠，許多電廠設立在大陸沿海一帶，有許多核能電廠相當接近台灣。可見，核能安全並非一個國家的事情，而是臨近國家也會受到影響，建議國內積極瞭解周遭核能電廠分佈，蒐集這些電廠相關的安全分析資料，事先研擬事故可能影響的範圍與嚴重程度，提出因應對策，以維護國內民眾在居住、飲食或日常活動的安全性。
- (六) . 國內核能電廠安全度評估技術，無論在分析範圍或分析品質等方面在國際間均處於領先地位，建議未來積極透過國際合作，瞭解國際間安全評估的發展與重點，用以精進國內技術。
- (七) . 國內 PRA 技術被引進國內始於 80 年代初期，由當時旅居美國的華裔核能專家陳明真與湯琅孫兩位博士先後向國內核能界夏德鈺博士鄭重推荐，而於 1983 年起開始執行的。目前我國核能 PRA 的研發分為四大方向：(1) PRA 模式的更新與精進，(2)核能電廠風險監視系統的發展以供作風險管理工具，(3) PRA 在「風險告知管制與營運」上的推廣與應用，(4)日本福島事故後核電廠 PRA 模式的檢討與再精進。

我國核能界引入 PRA 技術已累積逾 30 年的經驗，技術發展亦漸趨成熟並已培植相當的專業能力。我國 PRA 技術發展可由圖 21 作一扼要說明；即概分為三個時期：包括(1)1982 至 1993 的模式建立期，(2)1994 至 1997 的技術精進期，(3)1997 至目前的推廣應用期。

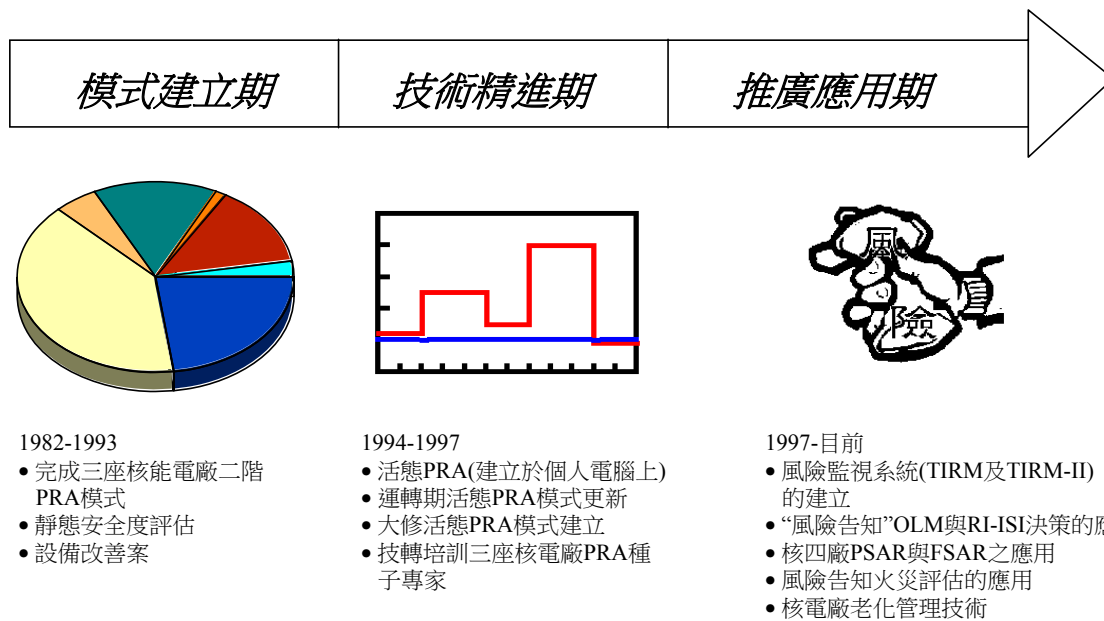


圖 21. 我國 PRA 技術的發展

我國引進 PRA 技術依序建立核二廠、核三廠與核一廠的整廠 PRA 模式。1987 年完成核三廠評估後的主要建議之一為：各核能電廠宜增設一台額外的柴油發電機（稱為第 5 台柴油發電機），以加強電廠處理喪失外電的能力並降低風險。因 PRA 技術除可發掘設計基準內之系統潛在弱點，提出風險管理上改善的建議，更可補足既有設計基準的限制，強化對「超出」設計基準事件的深度防禦。例如 2001 年 3 月 18 日，核三廠的廠外輸電迴路因當地鹽霧害而喪失外電，同時又遭遇一號機組兩台專屬的柴油發電機均故障，雖然仍有直流電池可短暫供電，但主要仰賴因 PRA 建議設置的第 5 台柴油發電機提供設計基準之外的防禦，讓電廠可從容化解事件繼續惡化的趨勢，並得以免除後續因核電的重挫進而演變為電力供應短缺，乃至造成台灣經濟上難以回復重大損失等不可承受的核電的黑天鵝效應。此一例證正足以說明 PRA 技術可發掘系統潛在弱點，提出風險管理上改善建議及量化改善效益，成功化解此一核能事故，並將有限資源花在刀口上的長處。

(八). 善用核電風險管理工具：所謂風險管理(risk management)，即是針對風險評估出來之結果與改善建議，透過系統化、決策與執行過程之落實與追蹤考

核等程序，以達到保護員工、公眾、環境及避免公司商業損失的目的。基本上風險管理是在強調危害管控技術和管理知識整合，全世界工業先進國開始對工業安全衛生與環境生態保護投以高度的重視後，風險管理蔚為世界性的潮流。PRA 方法既可整合各方面科技，透過量測其風險度，選擇可接受的風險度供作決策依據，可看出 PRA 與風險管理之間密不可分。我國核電廠早已於 2000 年就開始在日常維護作業採行風險管理作法，目前三座核電廠的功率運轉爐心熔損頻率及風險趨勢的監視系統即為一例(如圖 22)。該系統所內建的風險計算引擎採用核研所已故李世珍博士與 PRA 團隊自力開發完成防災利器—超大型故障樹分析軟體，

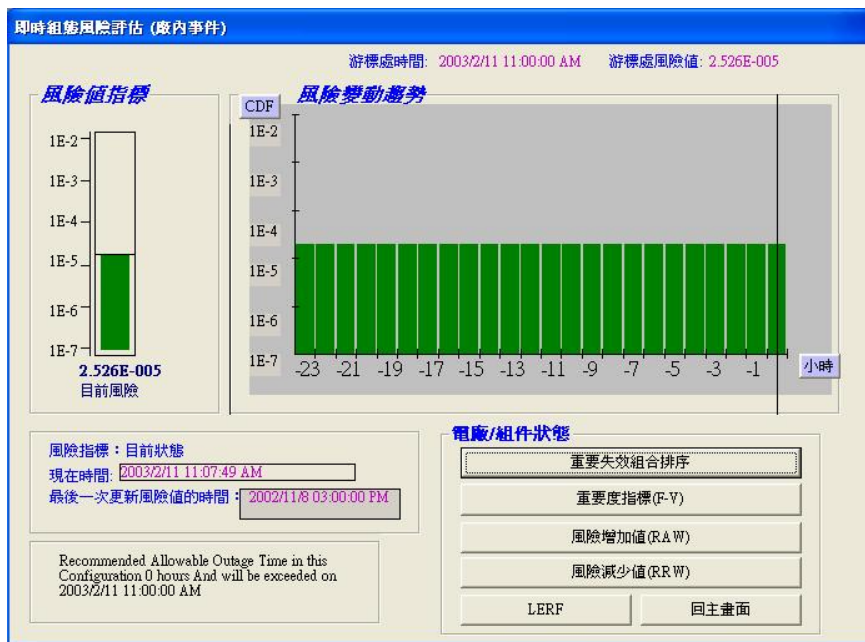


圖 22. 功率運轉爐心熔損頻率及風險趨勢圖

我國原子能委員會為呼應前述美國 ROP 之施行，也利用核研所於 2004 年所建立另一套稱為「顯著性確立程序(SDP)」之風險告知視察工具，供管制單位核電廠視察人員使用，評估核電廠的安全績效。原能會為致力於資訊公開透明化，於 2006 年元月起實施核安紅綠燈管制，進一步採用風險告知與績效基準的作法，結合核電廠具體的運轉安全指標數值及駐廠視察員的視察評估結果，

以量化、可測量與比較的方式衡量各核電廠的運轉安全表現，並以簡單的燈號顏色顯示，現已按季公布於原能會官方網站(如圖 23)，提供民眾公開透明的施政資訊。此一現代化風險管理施政作為即是採用該風險顯著性確立及可靠度工具來達成，可快速計算核能管制駐廠視察員所發現之電廠績效缺失在風險上的重要程度，大幅縮短評估時間，爭取管制與矯正的時效，讓決策者在做成最佳決定時，能夠知道所承擔的風險，並對其合理性具有信心。

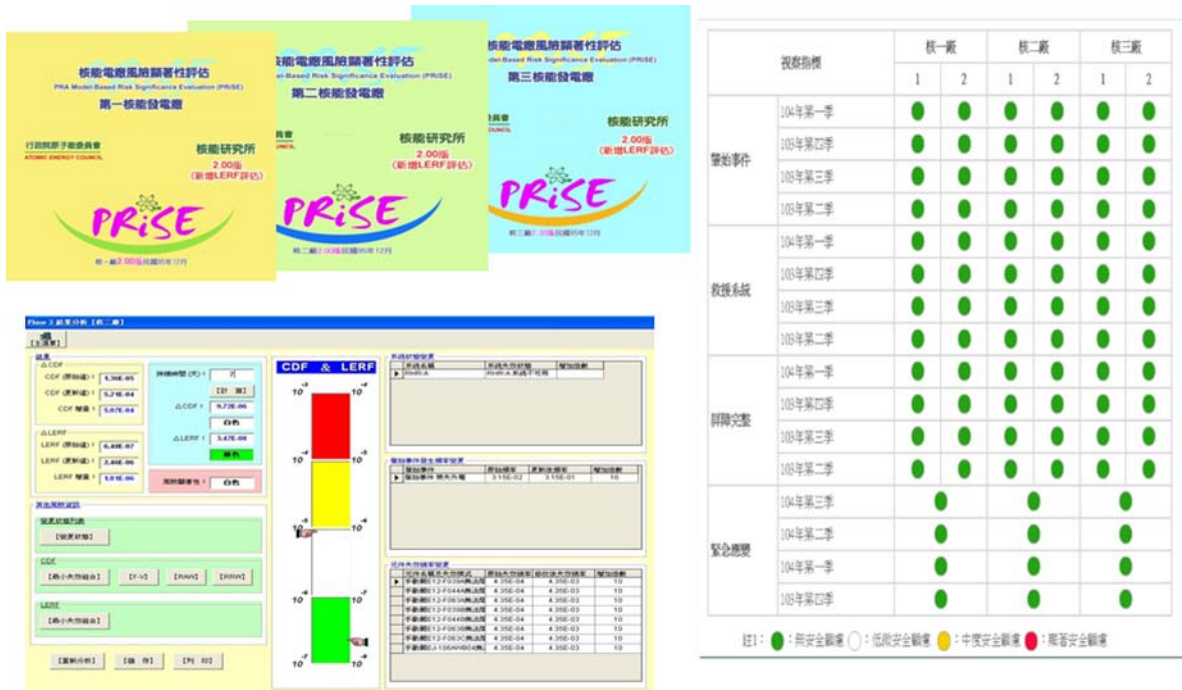


圖 23. 原能會的核安紅綠燈管制展示圖與 SDP 風險告知視察工具

(九). 核電風險管理的新思維：福島事故屬於所謂的核能嚴重事故，已超出電廠「設計基準事故」的範疇，但絕非是超出想像的事故。2012 年 3 月間出版的「為何應可預防福島事故的發生」卡內基報告，即指出三大肇因；包括(1) 日本福島核電廠早應注意卻一直未納入一千年發生一次的巨大海嘯使福島核電鄰近區域淹大水的證據；(2) 不適當的海嘯威脅電腦評估模式；(3) 日本核安管制當局不肯重估海嘯的風險，多少反映日本文化普遍的偏差致使不願誠實面對可能最惡劣的海嘯情景與後果。

我國在核電廠安全措施規劃、核電廠風險計算與電廠人員訓練等時機與場合，這類型事故都曾被討論過。一般大眾或許認為核電廠未如電力公司過去所宣稱般的安全可靠，但綜觀此次嚴重天災所造成的影響，日本受災區所有設施(包括化工廠與煉油廠)無一倖免，國際原子能總署(IAEA)甫於今(2015)年 8 月間發行的福島事故署長報告中指出；福島核一廠是在 2011 年 311 事故前甫運轉屆滿 40 年的核電廠，即使熔損了三部機組，事故後迄今逾 4 年並未因過量輻射劑量造成任何工作人員或民眾的死亡；所以從另一角度來看，不也反證核電廠設計的耐受性。

- (十) . 在真實的世界並無絕對且百分之百安全的系統或設施，能做到的是如何去瞭解風險並合理地降低風險。所以談安全，應指對風險進行全面而有效的事前管理，按照風險比例高低投入相對應比重的資源，進行改善，以降低風險；即就有限的資源將錢花在刀口上。工業界倘能依 PRA 結果，進行積極的風險決策管理，藉由了解風險可能的來源，找到事先預防的方法，即可化危機為轉機。福島事故後台電公司重新擬定面對核電黑天鵝效應採取所謂的「斷然處置措施」的風險管理新思維，由廠長決定須優先確保反應爐結構與爐心核燃料的完整性時，於核電機組有爐心熔解之虞的第一個小時內放棄該機組、永不營運的斷然措施，以杜絕任何類似，乃至超出福島事故的核電黑天鵝效應。

四、建議事項

(一) **持續參與國際會議以廣泛收集日本福島核電廠事故經驗回饋**：高員本次應邀參加「第一屆亞太青年安全度評估（PRA）從業人員國際研討會」，經由這次會議了解國外 PRA 技術上的進展及所遭遇的問題。由於中國大陸新建核能電廠如雨後春筍般，另外還同步發展其第三代的核反應器，所以在設計階段即融入 PRA 於建模的過程中，此部分是在我國 PRA 的研發上較薄弱的領域。由於日本福島事故後，中國大陸核電管制單位對核能電廠安全分析工作的重視，要求各電廠進行 PRA 廠外事件的再審查與深化。在韓國提報議題方面，比較偏向學術研究，報告的題材都是較為新穎的研發議題，譬如其中對於軟體可靠度此方面的研究，係採用數位儀控之新型核電廠 PRA 研發上不可或缺的一環。

(二) **積極參與國際 PRA 合作研究計畫並持續促進兩岸核能技術的交流**：本次參與國際研討會及參訪過程，接觸許多執行 PRA 的第一線研究人員，透過面對面的交流得到許多寶貴的研發經驗；尤其目前大陸積極增建新核電機組，在引進國外先進核能技術時（如 AP1000、ERP、CANDU 等新型核電機組），同時也積極發展自主技術，因此在機組的設計與建造有相當豐富的經驗；而我國對於核能機組的運轉與 PRA 研發有許多寶貴及領先的經驗，故現階段兩岸核能技術擁有不同的長處與互補之處，透過持續的交流有助於促進兩岸的核能安全。

(三) **理性面對核電風險**：我國採穩健減核政策，可是大陸仍堅定發展核電；目前(2015 年 11 月) 已有 25 座營運的核電機組與 26 座在建機組，即以鄰近台灣的大陸沿海 3 省為例；包括浙江省、福建省以及廣東省，總計 21 部運轉中的核電機組，這些機組距離臺灣只有 160 至 800 公里，試問在現有我國減核政策之下，台灣又能如何成為真正的非核家園？台灣若貿然採行非核政策，立即停止核電的使用；在基載電力不足或不穩定狀況下，能源安全與非核願景相比，孰為輕重？孰急孰緩？是以能源議題應該不是是非題，而是選擇題，一旦選擇之後就很難回頭！今天我們為了台灣的能源安全，應理性面對核電風險也能承擔微不足道的風險，接受繼續使用等同自主能源且不排除碳的核電選項，使我國永續自主能源與分散風險經營理念的落實往前邁向一大步。

五、附錄

(一) 附錄一、參考資料

1. 1st Asia-Pacific Young Practitioners' PRA Forum Program Book (議程資料), November 3-4, 2015, Hefei, Anhui, People's Republic of China (存核研所核儀組)。
2. 1st Asia-Pacific Young Practitioners' PRA Forum with Presentation PowerPoint Files, November 3-4, 2015, Hefei, Anhui, People's Republic of China (存核研所核儀組)。
3. 「大亞灣核電基地 PSA 現狀與規劃」簡報資料, 2015 年 10 月 30 日, 大亞灣核電站, 廣東深圳, 中國大陸 (存核研所核儀組)。

(二) 附錄二、參加國際研討會暨參訪中廣核集團技術交流相關照片



附圖 1. 參訪中廣核集團轄下深圳之蘇州熱工研究院會議情形



附圖 2. 參訪中廣核集團轄下大亞灣核電廠交流合影



附圖 3. 第一屆亞太青年安全度評估（PRA）從業人員國際研討會高員主持會議情形



附圖 4. 第一屆亞太青年安全度評估（PRA）從業人員國際研討會高員應邀發表專題演講