

九十五年度一千萬元以上政府科技計畫績效 評估報告書

計畫名稱： 核能安全與管制技術精進

(原子能領域)

主管機關：行政院原子能委員會

執行單位：行政院原子能委員會核能研究所

九十五年度一千萬元以上政府科技計畫績效評估報告書

目錄

第一部份：(原子能委員會) 科技計畫成果績效評估報告

第二部分：科技計畫成果效益報告

(原子能委員會) 科技計畫成果績效評估報告

(95 年度科技計畫經費一千萬元以上)

(由部會署聘請五位以上專家委員評估彙總)

計畫名稱：核能安全與管制技術精進

主 持 人：馬殷邦

審議編號(檔號)：95-2001-14-01-00-00-00-45

執行單位：核能研究所

壹、計畫目標與執行內容是否符合。

計畫執行與規劃目標內容符合。

貳、計畫已獲得之主要成就與成果 (output) 滿意度。(論文篇數、技術移轉經費/項數、技術創新項數、技術服務項數、專利項數、著作權項數等績效指標)

專利獲得、技術引進及論文發表，數量上有大幅成長，未來可在質的方面多改進。

參、評估主要成就及成果之價值與貢獻度 (impacts)。(學術、技術創新、經濟效益、社會衝擊等影響面)

1. 學術或技術成就之評述：

量化評述：☐5 優 ☒4 良 ☐3 可 ☐2 差 ☐1 劣

質化評述：

完成專利取得 8 件；期刊雜誌 13 篇；會議論文 14 篇；內部研究論著 41 篇及建立國內自有的穩定性分析技術等，經評審小組實地查證及討論結果，本項績效評定為「良」。

2. 經濟效益之評述：

量化評述：☐5 優 ☒4 良 ☐3 可 ☐2 差 ☐1 劣

質化評述：

「輻射監測儀器委託」製造申請案、「核研所故障樹分析中文套裝軟體 INERFT」、量測儀器校正服務等，經評審小組實地查證及討論結果，本項績效評定為「良」。

3. 社會效益之評述

量化評述：☐5 優 ☒4 良 ☐3 可 ☐2 差 ☐1 劣

質化評述：

完成研擬核子醫學劑量校準器醫療品保項目與檢驗作業準則及建立核醫藥物活度標準量測等，經評審小組實地查證及討論結果，本項績效評定為「良」。

4. 其它效益之評述：

量化評述：☐5 優 ☒4 良 ☐3 可 ☐2 差 ☐1 劣

質化評述：

完成研擬核子醫學劑量校準器醫療品保項目與檢驗作業準則及完成輻射彈緊急應變資訊整合系統等，經評審小組實地查證及討論結果，本項績效評定為「良」。

肆、與相關計畫之配合程度。

一、燃料營運與安全分析方面：

核二廠及未來核四廠都需要計算燃料挪移過程中冷爐停機餘裕，完成開發之計算模式及建立之分析能力，未來不但可以協助管制單位進行驗證，並可協助台電公司，建立核二廠及核四廠計算燃料挪移過程中冷爐停機餘裕的模式，以確保運轉安全。

二、核能系統模擬方面：

關於 NPLC 模擬平台所使用之應用例，係為 92 年核三廠反應爐水位指示系統更新工程改善案之 RVLIS 模擬系統平台，透過此應用平台的各項控制要件所需之各種不同輸入/出訊號作為 NPLC 測試平台，藉以監控 NPLC 於接收/傳送各種輸入/出後，各模組的反應狀態，並記錄相關的反應數據，作為 NPLC 軟體修改或硬體調整的參考依據。

三、風險告知方面：

- 1、建立火災危害分析程式運算能力，並以 FDS 程式進行電纜火災火場分析，有助於提升電廠火災分析及相關應用案的評估能力，加強火災風險告知決策的輔助功能。
- 2、針對核能電廠 ASP 分析工作，嚐試建立國內 ASP 分析之方法論，

以供管制單位日後參考並應用於核電廠跳機或其他安全事件的風險重要性評估，並可應用於電廠安全績效的趨勢監測與追蹤。

- 3、人為可靠度分析技術精進方面工作產品已申請發明專利，並可提供未來進一步應用，例如管制視察評估工具或核電廠程序書改進參考的基礎。
- 4、配合實施核安紅綠燈管制，工具(PRISE)已實際應用於駐廠視察發現的風險顯著性評估，相關視察發現的評估結果已陸續按季以燈號顯示型態，登載於本會官方網站，供各界人士瞭解核電廠的運轉安全績效。

四、材料老化評估方面：

- 1、藉由本計畫執行建立之技術能力，已獲台電委託『核電廠反應器穿越管鋁道合金 A152/A52 特性研究與運轉安全評估』計畫自 95 年 9 月至 98 年 9 月計 3 年。繼續與台電洽談之異材鋁道覆鋁計畫執行後之應力腐蝕防治改善評估，亦將納入研究範疇。
- 2、開發之乾點式低頻超音波陣列探頭檢測技術及混凝土音射全錄擷取技術及分析軟體，未來將可能應用在核三廠 Tendon Gallery 鋼鍵承壓鈑相連混凝土區裂縫檢測及評估相關計劃中，該計劃目前正在洽談及初步勘查規劃中。

五、核四建廠管制方面：

- 1、有效支援本會執行核四廠儀控系統安全審查及管制任務。
- 2、配合本會參加由經濟合作暨發展組織核能署（OECD/NEA）主辦之國際「安全重要電腦系統」（Computer-Based Systems Important to Safety，簡稱 COMPSIS）會議。
- 3、軟體安全分析與軟體故障植入模擬設施之相關工作成果，經由技術層面推廣，已受到美國核管會重視，目前已進行洽商參加數位儀控系統可恃性(Dependability)國際合作計畫，執行軟體故障植入相關工作。

六、運轉安全管制方面：

- 1、電纜連接組件老化與劣化資料之建立，可與核能電廠整體安全評估計畫結合，提供核能電廠電纜評估之參考。

- 2、核能電廠重要安全組件供應商評選之建立，提供核能電廠安全相關組件績效基準稽查之效益。

七、輻射防護與緊急應變方面：

- 1、輻射彈緊急應變許多技術是與核子事故相通，因此可以和相關核子事故緊急應變計畫配合，建置完備輻射事故緊急應變處理之機制與能量。
- 2、與相關計畫互動良好，且進一步結合「建立及維持國家游離輻射標準」計畫，開發建立輻防與醫療品保所需之劑量追溯標準、校正技術與能力試驗方法，達成最大的執行效益。
- 3、開發之嚴重事故緊急應變輔助決策系統，可提供本會緊急應變計畫相關工作所需的分析基礎，有助於瞭解核安演習劇本的適切性，並可據以評估電廠緊急應變工作的效果，對於管制單位規劃緊急應變作業頗有助益。

伍、計畫經費及人力運用的適善性。

一、計畫經費

單位：千元

會計科目 \ 項目	預算數	執行數	差異	評估說明
一、經常支出	56,903	56,903		良好。
1.人事費				
2.業務費	56,903	56,903		良好。
3.差旅費				
4.管理費				
5.營業稅				
小計	56,903	56,903		良好。
二、資本支出	83,697	83,697		良好。
小計	83,697	83,697		良好。
合計	140,600	140,600		執行情形良好。

二、人力運用

人力運用妥善，能以有限人力完成預期規劃之目標，年度計畫目標均如期達成。

陸、後續工作構想及重點之妥適度

一、建立核心競爭力

- 1、建立 BWR 燃料束核設計自動化人機介面程式及 BWR 爐心佈局設計優質化佈局搜尋工具。
- 2、收集小型安全等級控制器應用於國內核電廠安全系統之運轉維護紀錄。
- 3、評估小型安全等級控制器用於實際電廠運轉之可靠度與安全度，改善小型安全等級控制器之可靠度與安全。
- 4、精進自製小型安全等級控制器，以便通過軟硬體品質相關規格驗證，並符合相關法規及標準要求。
- 5、繼續精進火災危害分析的能力，拓展計算案例的應用廣度，以因應未來法規與管制性能式基準的需求。另亦將規劃核電廠設備如電纜、組件等的火災實驗，進行防、滅火設備的性能驗證，並驗證火災危害分析結果的適用性。
- 6、未來將繼續針對核一、二廠進行嚴重核子事故廠內緊急應變輔助決策系統開發工作，96 年起亦將更緊密與緊急應變計畫結合。
- 7、將繼續針對異材銲道（A52 鎳基銲材與 A508 低合金鋼）焊接後之材質變化進行研究。研究成果可供異材銲道覆銲後之應力腐蝕防治改善之參考。
- 8、根據可行性評估結果，96 年度將完成環路中的管路鈍化試驗。且依此結果，定出 97-98 年實作的程序書。
- 9、針對儀控系統網路安全評估技術進行相關研究發展，使相關人員更清楚瞭解自動控制系統的潛在弱點，以及如何防止任何內外因素擅自改變控制邏輯或設定，以確保控制程序中特定關鍵參數(例如溫度、壓力、速度)在一定(安全)限值之內(Design Bases)，達到維護「人員設施」不受傷害破壞之目的。

二、支援管制技術

- 1、藉由儀控系統網路安全模擬程式與實體測試研究，建立 Cyber security 評估查核表，做為網路安全運轉效能評估法規指引的依據。
- 2、模擬電纜連接組件之瑕疵及環境應力條件，以現行工業界常使

用之測試技術定期執行測試，實際瞭解各瑕疵於各環境應力之老化與劣化行為。

- 3、建立電纜連接組件老化與劣化資料，做為日後預防診斷與現場監測之依據。
- 4、目前所發展輻射彈緊急應變資訊整合系統，經今年桃園縣全民防衛萬安 29 號演習實兵驗證，後續工作規劃將著重於電腦模擬兵棋推演，希望藉由此功能強化各單位應變與協調能力。
- 5、依據本工作所提發明專利構想，與行動環境輻射監測研究子項密切合作，在有/無線雙模遠端監測網路架構下，發展水下與環境核種監測模組，構建完整之核彈緊急應變輻射防護資訊網路。
- 6、配合主管機關於輻防法醫療曝露品質保證標準施行上之管制與認證需求，及本會管制可發生游離輻射設備工作之急迫優先順序，吸取先期研究之經驗，建立劑量追溯標準與校正技術，研擬管制需求之量測與校正作業準則。
- 7、因應主管機關執行輻防法之人員輻射劑量評定機構認可與管理需求，推動通過全國認證基金會(TAF)等級之能力試驗及認證。目前 TAF 對於人員輻射劑量評定機構能力試驗之認證規範為 TAF-CNLA-T08(1) (2004)，該認證規範是引用美國 ANSI N13.11-1993 測試標準。主管機關考量美國已於 2004 年全面採用 ANSI N13.11-2001 新測試標準執行人員體外劑量評估實驗室能力試驗，且全美亦有 18 家實驗室通過此項能力測試，國內應跟隨國際趨勢建立 ANSI N13.11-2001 新標準所需的輻射射質及能力試驗技術規範，並推動新標準的施行。

柒、綜合意見

- 一、目前核一、二廠燃料有燃料匣彎曲及燃料棒破損問題，核研所有豐富的經驗及精良設備，應儘力協助台電解決。
- 二、外界對核能電廠注意焦點已由過去的核能安全、核廢料處理貯存、轉移到恐怖攻擊，盼核研所亦能注意此方面研究。
- 三、核研所部份技術如PSA可推廣到其他產業，希望大力協助輔導。
- 四、核研所是國內唯一的核能研究單位，期兼顧人才培育，對新型反應

器研發可考慮投注部分人力。

五、最近幾年核研所論文發表，數量上有大幅成長，未來可在質的方面多改進。

捌、總體績效評量： ☐優 ☒良 ☐可 ☐差 ☐劣

計畫評估委員：周懷樸、白寶實、施純寬、董傳中、馬劍清、蕭信堅、葉偉文、陳條宗、陳宜彬 等九位

核能安全與管制技術精進
科技計畫成果效益報告
(九十五年度)

主管機關：行政院原子能委員會

執行機關：核能研究所

科技計畫成果效益報告

(95 年度科技計畫經費一千萬元以上)

目錄

壹、基本資料：

貳、計畫目的、計畫架構與主要內容

參、計畫經費與人力

肆、計畫已獲得之主要成就與量化成果

伍、評估主要成就及成果之價值與貢獻度 (outcome)

陸、與相關計畫之配合

柒、後續工作構想之重點

捌、檢討與展望

壹、基本資料：

計畫名稱：核能安全與管制技術精進

主 持 人：馬殷邦

審議編號：95-2001-14-01-00-00-00-45

計畫期間(全程)：95 年 01 月至 98 年 12 月

年度經費：140,600 千元 全程經費規劃：836,690 千元

執行單位：核能研究所

貳、計畫目的、計畫架構與主要內容

一、計畫目的

配合國內核能界未來十年之需求及展望，整合聚焦可在國內具有獨特性、領先性與需求性之核心技術，包括核燃料營運、反應器安全分析、核能系統模擬、風險告知決策支援技術、以及材料老化與劣化行為分析與壽限評估等，以促進國內自主之核能發電安全營運技術；另亦應用既有之技術能量協助原能會執行三項任務型工作包括核四建廠、運轉中核電廠安全管制，以及輻射防護與緊急應變等所需之技術支援。

二、計畫架構

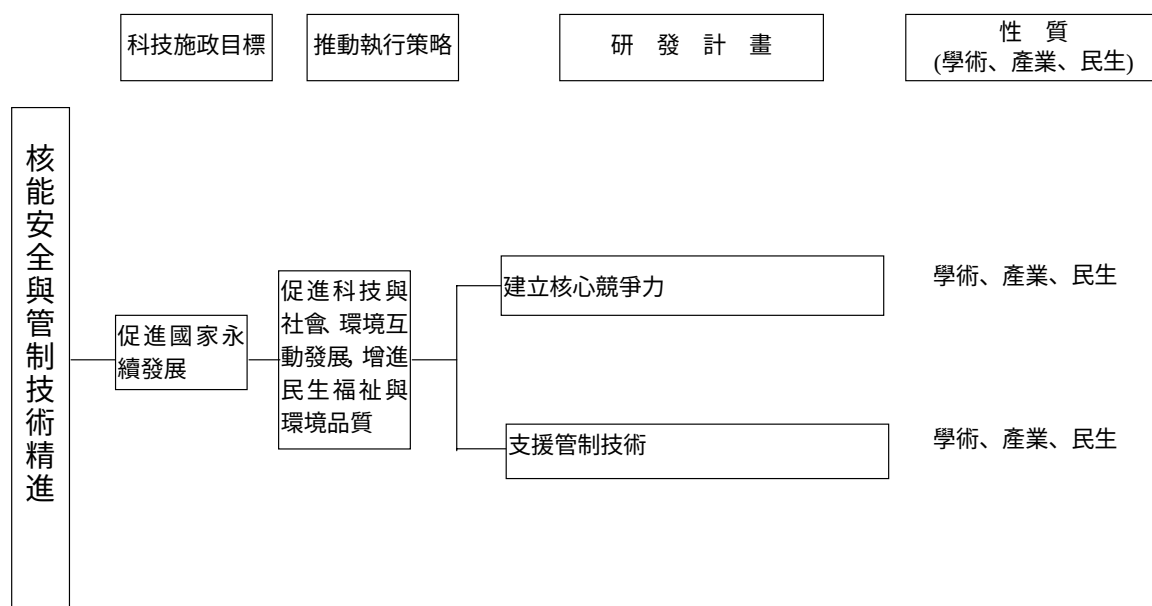
本分支計畫本年度包含二個分項計畫，其目標分別如下所述：

1. 建立核心競爭力

- (1) 建立核燃料營運技術
- (2) 建立反應器安全分析核心技術
- (3) 發展核能系統模擬技術
- (4) 研究風險告知決策支援技術
- (5) 執行材料老化與劣化行為分析與壽限評估

2. 支援管制技術

- (1) 支援核四建廠管制
- (2) 建立運轉安全管制技術
- (3) 建立輻射防護與緊急應變技術



三、主要內容

1. 強化核設施效能提升、風險告知與管制、輻射安全與應變相關技術，以為國內核能安全提供有效技術支援。
2. 核能安全研究包括核能電廠運轉安全與管制、輻射偵測與防護等，在非核家園政策下，為配合國內現有核電機組的安全運轉，核能安全科技研究所欲解決的課題應用在核設施運轉安全、老化管理、停役安全、安全評估與審查、風險告知技術、稽查技術、核子事故防範、緊急應變處理技術、輻射防護及劑量評估等。為尋求解決方案，建立相關核心設施與技術。另加速扶植國內核安運轉及維護相關之安全分析產業，以推動本土化核安科技。
3. 基於永續經營的理念，執行下列工作：
 - (1) 進一步開發包括老化管理、執照更新、功率提升等運轉中核電廠安全技術精進之項目。
 - (2) 未來核四試運轉期間相關技術支援工作準備。
 - (3) 非核能領域之應用拓展，如風險評估(PRA)技術在國內防災及緊急應變評估等項。
 - (4) 各項管制相關新法（如輻防法、核管法、物管法、緊急應變法

等) 實施後，在相關子法研擬過程中提供技術支援或法規宣導訓練協助。

參、計畫經費與人力

一、計畫經費(單位：千元)

會計科目 \ 項目		年度預算數(140,600)			備註	
		主管機關預算 (委託、補助)	自籌款	合計		
				金額		占總支出 經費%
一、經常支出		56,903		56,903	40.47	含業務費流 出 12,023
1.人事費						
2.業務費		56,903		56,903	40.47	
3.差旅費						
4.管理費						
5.營業稅						
小計		56,903		56,903	40.47	
二、資本支出		83,697		83,697	59.53	含業務費流 入 12,023
小計		83,697		83,697	100	
合計	金額	140,600		140,600	100	
	占年度總 經費%	100		100		

二、計畫人力

姓名	計畫職稱	投入人月數	學、經歷及專長	
馬殷邦	研究員	3	學 歷	博士
			經 歷	計畫主持人
			專 長	原子能工程
徐鴻發	副研究員	3	學 歷	博士
			經 歷	共同主持人
			專 長	電子電機工程類

姓名	計畫職稱	投入人月數	學、經歷及專長	
葛復光	助理研究員	8.4	學 歷	博士
			經 歷	共同主持人
			專 長	原子能工程
張柏菁	副研究員	5.5	學 歷	博士
			經 歷	共同主持人
			專 長	原子能工程
黃俊源	副研究員	6	學 歷	博士
			經 歷	共同主持人
			專 長	材料科技
湯簡如	副研究員	3	學 歷	博士
			經 歷	共同主持人
			專 長	原子能工程
林家德	副研究員	3	學 歷	碩士
			經 歷	共同主持人
			專 長	原子能工程
胡中興	副研究員	3	學 歷	博士
			經 歷	共同主持人
			專 長	原子能工程
楊雍穆	助理研究員	7	學 歷	博士
			經 歷	共同主持人
			專 長	原子能工程
陳明輝	副研究員	4.8	學 歷	博士
			經 歷	共同主持人
			專 長	原子能工程
陳英鑒	研究員	3	學 歷	博士
			經 歷	協同主持人
			專 長	原子能工程
高梓木	副研究員	3	學 歷	博士

計畫類別 績效指標	1	2	3	4	5	6	7	8	9	99
	學術研究	創新前瞻	技術發展(開發)	系統發展(開發)	政策、法規、制度、規範、系統之規劃(制訂)	研發環境建構(改善)	人才培育(訓練)	研究計劃管理	研究調查	其他
U 促成智財權資金融通										
V 提高能源利用率										
W 提升公共服務										
X 提高人民或業者收入										
P 創業育成										
Q 資訊服務										
R 增加就業			✓							
Y 資料庫										
Z 調查成果										
AA 決策依據										

表二 請依上表勾選合適計畫評估之項目填寫初級產出、效益及重大突破

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
學術成就	A 論文	期刊論文 13 篇、研討會論文 14、SCI 提出 22 篇	期刊論文、SCI 主要發表於 JSME、Nuclear Engineering and Design 、 Nuclear Technology。	
	C 博碩士培育	博士培育 3 人	協助計畫推動效益顯著。	
	D 研究報告	41 篇(另 34 篇審查中)	可作為本計畫後續研發工作之參考。	

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
	E 辦理學術活動	3 場	1.舉辦「核安中心 95 年度原能會/國科會科技學術合作研究計畫暨委託研究計畫未來規劃」討論會。 2.舉辦「2006 定量風險評估(PRA/QRA)研習會(Workshop)」。 3.舉辦「日本防火性能設計暨隧道火災境況模擬」研討會。	
技術創新	G 專利	取得 8 件、申請 28 件、作業中 11 件	確保本所研發成果,並逐漸建立產業化之技術基礎。	
	H 技術報告	33 篇	可作為本計畫後續研發工作之參考。	
	I 技術活動	3 場	1.舉辦「核安中心 95 年度原能會/國科會科技學術合作研究計畫暨委託研究計畫未來規劃」討論會。 2.舉辦「2006 定量風險評估(PRA/QRA)研習會(Workshop)」。 3.舉辦「日本防火性能設計暨隧道火災境況模擬」研討會。	
	J 技術移轉	廢料倉儲電腦系統技轉案,95 年持續此項技轉工作; INERFT(故障樹分析軟體)今年技轉一套至中油公司	增進業界對核廢料處理能力,以及一般工業界利用核能風險評估之成果至其產業。	
	S 技術服務	計畫所開發之技術透過委託工作方式擴展至產業應用,今年接受超過 200 家公司之技術服務申請。	技服收入超過 5 億元。	
經濟效益	K 規範/標準制訂	制訂核安管制相關審查導則 8 件	可支援原能會執行核安、輻安之管制工作,節省作業時間並提升管制效果。	

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
社會影響	R 增加就業	100 人	100 位以上專業支援人力，增加就業機會。	

伍、評估主要成就及成果之價值與貢獻度 (outcome)

一、學術成就或技術創新

(一)技術創新

1. 已建置並完成分析測試 BWR 燃料挪移過程中冷爐停機之餘裕分析模式與 BWR 控制棒破管造成停機餘裕減少之分析模式。
2. 建立徑向氫化鋯生長實驗系統，製作模擬徑向氫化鋯試片，用以研究不同方位氫化鋯析出對鋯合金機械性質與腐蝕性能研究。含氫量 300ppm 之 SRA 鋯四樣品，完成 300°C/400°C/450°C 氫化鋯方位重排實驗。也已完成 120 天腐蝕試驗試片之金相試片準備與 weight gain 計算，瞭解徑向氫化鋯與環向氫化鋯對鋯合金腐蝕腐蝕速率影響。並建立模式，模擬氫化物重排機制，能準確預測不同氫含量試片在測試溫度下轉向比例及對鋯合金性質影響，對燃料護套劣化之影響，已為鋯合金護套氫化鋯析出物分佈與機械特性評估建立良好基礎。
3. 成功的以 LAPUR5 的穩定性分析模式，建立國內自有的穩定性分析技術，並自行發展出介面程式 EXAVERA，可直接產生通道平均相對功率比率、軸向功率分布、通道平均主流量、通道入口收縮係數等數據。
4. 建立核一廠多種控制棒分析模式，確認各型控制棒吸收能力差異。並利用該分析模式進行核一廠冷爐臨界驗證，證實多種控制棒分析模式之分析準確度較高，有效降低冷爐臨界預測之不準度，其預測之標準差 (Standard deviation) 由 3.0mk 降至 1.6mk，準確度大幅提升將近一倍。
5. 運用核研所放射源活度原級標準量測系統，及 I-131 核種衰變結構特性，建立 I-131 放射源活度原級標準量測技術。

6. 建立爐心核儀套管更換技術，並成功地利用此技術協助核三廠一、二號機大修時各更換 7 支套管，為本土化維修技術第一次在反應器爐心執行維修之工作。

二、經濟效益

1. 商品/產品上市方面「輻射監測儀器委託」製造申請案件共有 21 件，已交貨收入總計 3,148 仟元，委託單位包括有核一、二廠、台北縣消防局、輻射偵測中心、貝克西弗公司等。
2. 核研所自力發展之「核研所故障樹分析中文套裝軟體 INERFT」可擴展至於非核產業的風險評估管理；前已推廣銷售至漢翔航空公司、國立台灣大學、國立清華大學等數所大學，今(95)年間並續有中油公司購置此一軟體，對我國航太產業與石化工業之本土化量化風險評估技術建立著有貢獻；近三年來銷售 INERFT 共十套，增加國庫逾百萬元之實質收入。
3. 在技服案件方面，係將中央計畫所開發之技術擴展至產業應用，今年共接受 259 家公司之技術服務申請，總金額約有 11,721 仟元。其中包括射源校正服務、汽車瓦斯鋼瓶檢測服務、檢証與震測等等。
4. 95 年度完成約 170 件校正服務，若無本計畫，這些量測儀器需送至國外校正，以 NIST 為例其校正費平均約 2000 美元 (68000 元新台幣)，校正時間含運送約 45 天，其所花費的時間約是目前的 5 倍以上，所花費金額約是目前的 3 倍以上，因次本計畫之執行無疑的替國內的標準使用客戶，節省了大量的時間與金錢成本，同時創造了每年約 6 千萬元的二級校正服務產業。另研發衰減式射源照射裝置，並實際應用於輻射偵測中心，使該單位建置低劑量輻射場的經費由 3 百萬元降至約 60 萬元，大幅節約公務預算。
5. 在檢証與耐震試方面，一方面協助核電廠將商品級設備經過檢証後成為核能級設備使用，以解決核能級設備不易購買之問題，並避免耽誤機組之運轉，確保發電效益，另一方面則協助其它工業執行商品之耐震測試，今年共接受 8 家公司 8 件委託

案；已完成 5 件商品之耐震測試，收入共 10,710 千元，這些都是為國內工業界提昇商品價值及確保產品品質之功臣。

6. 在非破壞檢人員能力驗證方面，今年除了持續提供鋼管焊道與螺栓兩項能力驗證考試外，並第一次舉辦異材焊道手動超音波檢測人員能力驗證考試，使國內檢測人員不必遠赴美國 EPRI 考照，節省大量之金錢與時間。
7. 在產業合作委託方面，衍生應用歷年中央計畫開發之技術，執行中的委託研究案件共有 84 件，1 至 12 月份的收入約有 5 億 4 仟萬元。
8. 本計畫之執行，促使輻射防護主管機關(原子能委員會)，得以有效推行各項輻射防護法規，訂定各項量測限值，保障國內 3 萬 6 千名輻射從業人員之輻射安全，確保國人生活環境不受放射性廢棄物之影響，同時促使每年 780 億元產值的核電產業可以安全運轉，故本計畫的穩定成長，不僅對輻射從業人員的工安有所保障，對社會大眾生活環境的安全亦貢獻良多。

三、社會影響

1. 協助原能會建立網頁，可即時更新全省即時輻射資料，使環境輻射資料透明化，可增進國人對核能環境管制與輻射安全之信心。
2. 接受台北縣消防局、原能會輻射偵測中心、貝克西弗公司及所內單位(燃材組、工程組)訂製 FS-99 快速偵查儀、INER-9200M 多功能輻射偵查儀(配接 α/β 或 β/γ 輻射偵檢頭)、ERMGB-LH 野外型加馬環境監測儀、EARM-LD 環境輻射監測儀及 DP2K 筆型電子式人員劑量計等多種自製輻射儀，裨益相關工作場所之輻射防護作業。
3. PRiSE 研發成果代表本所核安中心參展 95 年 8 月底於台北世貿中心舉行之「台北國際暨技術交易展」，推廣 PRA 技術於核安管制應用技術。
4. 完成研擬核子醫學劑量校準器醫療品保項目與檢驗作業準則，建立核醫藥物活度標準量測，除可積極協助原能會推動核

醫醫療曝露品質保證外，亦可造福國人每年約 30 萬人接受核醫診療。

5. 完成輻射彈緊急應變資訊整合管理系統，為國內反恐應變機制研發之重要環節，有助於原能會應變之決策參考與擬定後續處理計畫之依據。尤以輻射彈攻擊主要目的為造成民眾心理恐慌壓力，實質的傷害性並不嚴重，因此透過此系統強化應變時效性，整合電子科技將資訊即時公開，增加災害應變透明度，避免恐慌擴大。

四、 其它效益

1. 支援輻防管制準則：

研擬乳房 X 光攝影劑量評估檢測作業準則、核子醫學劑量校準器醫療品保項目與檢驗作業準則，並訂定相關之品保週期、注意事項、量測方法及執行步驟，以提供業者遵行或原能會執行檢查之用。

2. 支援核子事故緊急應變：

- a 首度支援桃園縣 95 年度 (萬安 29 號)演習，結合本所環境行動偵測系統與 Web-basd GIS 輻射彈資訊整合資訊系統。動員演習輻射彈爆炸搶救實作演練，成效卓著。

- b 支援原能會審查核安三號嚴重事故劇本內容，並協助分析電廠在不同事故下，系統內重要現象的變化。

陸、 與相關計畫之配合

1. 燃料營運與安全分析方面：

核二廠及未來核四廠都需要計算燃料挪移過程中冷爐停機餘裕，完成開發之計算模式及建立之分析能力，未來不但可以協助管制單位進行驗證，並可協助台電公司，建立核二廠及核四廠計算燃料挪移過程中冷爐停機餘裕的模式，以確保運轉安全。

2. 核能系統模擬方面：

關於 NPLC 模擬平台所使用之應用例，係為 92 年核三廠反應爐水位指示系統更新工程改善案之 RVLIS 模擬系統平台，透過此

應用平台的各項控制要件所需之各種不同輸入/出訊號作為 NPLC 測試平台，藉以監控 NPLC 於接收/傳送各種輸入/出後，各模組的反應狀態，並記錄相關的反應數據，作為 NPLC 軟體修改或硬體調整的參考依據。

3. 風險告知方面：

- (一) 建立火災危害分析程式運算能力，並以 FDS 程式進行電纜火災火場分析，有助於提昇電廠火災分析及相關應用案的評估能力，加強火災風險告知決策的輔助功能。
- (二) 針對核能電廠 ASP 分析工作，嚐試建立國內 ASP 分析之方法論，以供管制單位日後參考並應用於核電廠跳機或其他安全事件的風險重要性評估，並可應用於電廠安全績效的趨勢監測與追蹤。
- (三) 人為可靠度分析技術精進方面工作產品已申請發明專利，並可提供未來進一步應用，例如管制視察評估工具或核電廠程序書改進參考的基礎。
- (四) 配合原能會實施核安紅綠燈管制，工具(PRISE)已實際應用於駐廠視察發現的風險顯著性評估，相關視察發現的評估結果已陸續按季以燈號顯示型態，登載於原能會官方網站，供各界人士瞭解核電廠的運轉安全績效。

4. 材料老化評估方面：

- (一) 藉由本計畫執行建立之技術能力，已獲台電委託『核電廠反應器穿越管鐸道合金 A152/A52 特性研究與運轉安全評估』計畫自 95 年 9 月至 98 年 9 月計三年。繼續與台電洽談之異材鐸道覆鐸計畫執行後之應力腐蝕防治改善評估，亦將納入研究範疇。
- (二) 開發之乾點式低頻超音波陣列探頭檢測技術及混凝土音射全錄擷取技術及分析軟體，未來將可能應用在核三廠 Tendon Gallery 鋼鍵承壓鈑相連混凝土區裂縫檢測及評估相關計劃中，該計劃目前正在洽談及初步勘查規劃中。

5. 核四建廠管制方面：

- (一) 有效支援原能會執行核四廠儀控系統安全審查及管制任務。

- (二) 配合原能會參加由經濟合作暨發展組織核能署 (OECD/NEA) 主辦之國際「安全重要電腦系統」(Computer-Based Systems Important to Safety, 簡稱 COMPSIS) 會議, 其工作內容與軟體安全分析關係密切, 台灣也因此負責該計畫之資料分析工作。
 - (三) 軟體安全分析與軟體故障植入模擬設施之相關工作成果, 經由技術層面推廣, 已受到美國核管會重視, 目前已進行洽商參加數位儀控系統可恃性(Dependability)國際合作計畫, 執行軟體故障植入相關工作。
6. 運轉安全管制方面：
- (一) 些電纜連接組件老化與劣化資料之建立, 可與核電廠整體安全評估計畫結合, 提供核電廠電纜評估之參考。
 - (二) 核電廠重要安全組件供應商評選之建立, 提供核電廠安全相關組件績效基準稽查之效益。
7. 輻射防護與緊急應變方面：
- (一) 輻射彈緊急應變許多技術是與核子事故相通, 因此可以和相關核子事故緊急應變計畫配合, 建置完備輻射事故緊急應變處理之機制與能量。
 - (二) 與相關計畫互動良好, 且進一步結合「建立及維持國家游離輻射標準」計畫, 開發建立輻防與醫療品保所需之劑量追溯標準、校正技術與能力試驗方法, 達成最大的執行效益。
 - (三) 開發之嚴重事故緊急應變輔助決策系統, 可提供原能會緊急應變計畫相關工作所需的分析基礎, 有助於瞭解核安演習劇本的適切性, 並可據以評估電廠緊急應變工作的效果, 對於管制單位規劃緊急應變作業頗有助益。

柒、後續工作構想之重點

- 一、 建立 BWR 燃料束核設計自動化人機介面程式及 BWR 爐心佈局設計優質化佈局搜尋工具。
- 二、 收集小型安全等級控制器應用於國內核電廠安全系統之運轉維

護記錄。

- 三、 評估小型安全等級控制器用於實際電廠運轉之可靠度與安全度，改善小型安全等級控制器之可靠度與安全。
- 四、 精進自製小型安全等級控制器，以便通過軟硬體品質相關規格驗證，並符合相關法規及標準要求。
- 五、 繼續精進火災危害分析的能力，拓展計算案例的應用廣度，以因應未來法規與管制性能式基準的需求。另亦將規劃核電廠設備如電纜、組件等的火災實驗，進行防、滅火設備的性能驗證，並驗證火災危害分析結果的適用性。
- 六、 未來將繼續針對核一、二廠進行嚴重核子事故廠內緊急應變輔助決策系統開發工作，96 年起亦將更緊密與緊急應變計畫結合。
- 七、 將繼續針對異材銲道（A52 鎳基銲材與 A508 低合金鋼）焊接後之材質變化進行研究。研究成果可供異材銲道覆銲後之應力腐蝕防治改善之參考。
- 八、 根據可行性評估結果，96 年度將完成環路中的管路鈍化試驗。且依此結果，定出 97-98 年實作的程序書。
- 九、 針對儀控系統網路安全評估技術進行相關研究發展，使相關人員更清楚瞭解自動控制系統的潛在弱點，以及如何防止任何內外因素擅自改變控制邏輯或設定，以確保控制程序中特定關鍵參數(例如溫度、壓力、速度)在一定(安全)限值之內(Design Bases)，達到維護「人員設施」不受傷害破壞之目的。
- 十、 藉由儀控系統網路安全模擬程式與實體測試研究，建立 Cyber security 評估查核表，做為網路安全運轉效能評估法規指引的依據。
- 十一、 模擬電纜連接組件之瑕疵及環境應力條件，以現行工業界常使用之測試技術定期執行測試，實際瞭解各瑕疵於各環境應力之老化與劣化行為。
- 十二、 建立電纜連接組件老化與劣化資料，作為日後預防診斷與現場監測之依據。
- 十三、 目前所發展輻射 彈緊急應變資訊整合系統經今年桃園縣全民防衛萬安 29 號演習實兵驗證，後續工作規劃將著重於電腦模

擬兵棋推演，希望藉由此功能強化各單位應變與協調能力。

- 十四、 依據本工作所提發明專利構想，與行動環境輻射監測研究子項密切合作，在有/無線雙模遠端監測網路架構下，發展水下與環境核種監測模組，構建完整之髒彈緊急應變輻射防護資訊網路。
- 十五、 配合主管機關於輻防法醫療曝露品質保證標準施行上之管制與認證需求，及原能會管制可發生游離輻射設備工作之急迫優先順序，吸取先期研究之經驗，建立劑量追溯標準與校正技術，研擬管制需求之量測與校正作業準則
- 十六、 因應主管機關執行輻防法之人員輻射劑量評定機構認可與管理需求，推動通過全國認證基金會(TAF)等級之能力試驗及認證。目前 TAF 對於人員輻射劑量評定機構能力試驗之認證規範為 TAF-CNLA-T08(1) (2004)，該認證規範是引用美國 ANSI N13.11-1993 測試標準。主管機關考量美國已於 2004 年全面採用 ANSI N13.11-2001 新測試標準執行人員體外劑量評估實驗室能力試驗，且全美亦有 18 家實驗室通過此項能力測試，國內應跟隨國際趨勢建立 ANSI N13.11-2001 新標準所需的輻射射質及能力試驗技術規範，並推動新標準的施行。

捌、 檢討與展望

- 一、 近年全球核能復甦，使得核能相關技術研發充滿前景，擁有技術和人才即等於是握有資產。但國際間核能專業人才培養不足、長時間人才缺乏及近年大量進用新進人員，短期內卻反而會造成技術水準降低的危機，因此更需國內核能相關單位對外國公司的產品或設計加強驗證及品管。
- 二、 加強與學術界之合作，培養優秀核工專長研究生。
- 三、 嚴重核子事故廠內緊急應變輔助決策系統未來可與緊急應變計畫作更緊密的結合，並配合核安演習之需要，協助建立演習腳本資料庫，使管制單位相關作業提高效率，達到更高的成效。
- 四、 本計畫逐步建立特殊空間與設施的火災危害分析模式，透過與相關火災實驗結果比對，希望能提昇整體火災危害分析的能力，協

助制訂核電廠消防作業規範，為性能式防火法規與管制定下堅實的基礎。

- 五、水化學所用樹脂規範的訂定，需以不同廠家之各種浸泡與清洗技術相互比較，建立一可被接受之合理值，但由於核能級樹脂少量獲取不易，目前僅能就可獲得之核能級樹脂如 Dowex、Purolite、Amberlite 及核一、二廠使用中之 Tulsion 做比較提供參考，明年在電廠的配合下進一步測試後，更能驗證計畫之成效。
- 六、控制室人因工程管制技術建立與應用之方法，可運用於個人或團體，亦可配合修正，應用至其它相關領域。
- 七、本計畫之執行有助於核四電廠數位儀控系統的興建，對核四 FSAR 技術審查也更具助力。
- 八、電纜連接組件老化與劣化資料之建立，日後可以此經驗與成果為基礎，推廣應用於各類電力設備，將可對電力設備之預防診斷有更進一步的貢獻。
- 九、核電廠重要安全組件供應商評選制度之建立，可提升國內供應商產品製造技術與落實核能組件國產化政策。
- 十、輻射 彈緊急應變資訊整合系統有關地理資訊與標準作業程序已經大致完成，該系統今年經由相關演習之驗證，證實是緊急應變作業十分有用的工具，證實研發方向正確，所投入資源十分值得。
- 十一、建立行動偵測系統之視訊溝通功能，使現場偵測工作者與指揮管理者溝通無礙，充分發揮工作效能。
- 十二、整合無人載具及行動監測系統，解決高風險區域應用問題。
- 十三、配合輻射防護法執行相關研究工作，工作與預算執行均符合計畫書之預定進度，各項工作目標均為具體可行，唯執行本計畫需與各大學、醫院及學會密切配合，以建立放射診斷設備現場劑量度量技術並推廣技術服務。由於目前國內各界已對建立醫療曝露輻射品保制度具有共識，也將使本計畫產生更具實質的效益。

填表人：馬 殷 邦 聯絡電話：03-4711400 轉 2990 傳真電話：

主管：楊 清 田