

# 政府科技計畫成果效益報告

計畫名稱：核能技術產業化平台之建構

---

能源技術分項/核能工程子項

性質：

☒ 研究型

☐ 非研究型(人才培育、國際合作、法規訂定、產業輔導及推動)

主管機關：行政院原子能委員會

執行單位：核能研究所

## 第二部分：能源國家型科技計畫年度成果效益報告

### 壹、基本資料：

計畫名稱：核能技術產業化平台之建構

主 持 人：高良書

審議編號：102-2001-02-癸-03

計畫期間(全程)： 098 年 12 月 01 日至 102 年 12 月 31 日

計畫期間(本年度)：102 年 01 月 01 日至 102 年 12 月 31 日

年度經費：73,112 千元 全程經費規劃：328,286 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：(計畫全程以及各年度之具體目標填報)

核能技術產業化平台之建構目的在精進本土化之運轉維修與安全評估技術，以提升國內核電廠營運安全與績效外，並避免國外技術在商業上的壟斷。本計畫各分項之預期具體成效為：(1)建立核電廠功率提升所需之安全分析技術，並應用於國內核電廠中幅度功率提升、運轉規範修改、安全設定點合理化等工作，以提升核電廠營運安全與效率。(2)建立自主電廠管路維修技術，催生維修領域產業本土化，以及功率提昇之飼水鐵抑低與最適化水化學控制技術；打破國際技術壟斷局面。(3)根據國際上運轉中核電廠儀控系統數位化更新及新建核電廠整廠數位儀控系統之應用與申照經驗，掌握自主關鍵技術有助於申照過程及長期運轉維護策略。(4)建立大容量乾式貯存系統之開發技術、建置乾式貯存系統運轉測試中心及精進乾式貯存護箱輻射屏蔽分析與度量技術。

#### 二、計畫實際達成度與預期目標之差異

(說明本年度執行的成效，以及實際成效與預期成效之差異說明。若進度落後，請提出彌補方法與措施。)

| 年度預期目標(查核點) | 達成情形 | 差異分析 |
|-------------|------|------|
|-------------|------|------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <p>一、「核反應器爐心及系統熱流設計與安全分析技術產業化」分項計畫</p> <p>1.臨界安全分析方法論研究</p> <p>2.完成核一、二廠額定功率快速暫態分析方法論專題報告</p> <p>3.CFD 軟體在核電安全分析應用研究報告</p>                                                                                                                                        | <p>完成核燃料貯存池(SFP)測量方法理論研究及相關參數靈敏度分析，此項研究已在計畫執行檢討會議中進行簡報說明。</p> <p>完成混凝土護箱(VCC)之 MCNP5 計算模型。</p> <p>完成核一廠額定功率快速暫態分析方法論研究報告(INER-A2747R)。</p> <p>完成核二廠額定功率快速暫態分析方法論研究報告(INER-A2759R)。</p> <p>完成 CFD 軟體應用在核電安全分析之總結報告。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>年度預期目標與達成情形均無差異。</p> |
| <p>二、「核電廠系統組件設計與維護技術產業化」分項計畫</p> <p>1.完成資料量最佳化研究報告</p> <p>2.完成深床式樹脂特性分析與其對於系統水質之影響並完成研究報告</p> <p>3.完成覆銲修理程序之技術報告</p> <p>4.完成現場飼水與除礦器進口水樣鐵銹垢型態分析並完成研究報告</p> <p>5.完成不銹鋼窄縫銲接之技術報告</p> <p>6.完成功率提昇下飼水鐵控制之最適化水化學控制方案並完成研究報告</p> <p>7.完成 Phased Array 自動化檢測現場測試分析報告</p> | <p>完成「Phase Array 檢測資料最佳化」研究報告 1 篇。</p> <p>完成「核能級陽離子交換樹脂瀝出物特性研究」研究報告 1 篇。</p> <p>已完成「以實體模型驗證修理銲接技術及程序書」。</p> <p>完成「沸水式和進步型沸水式核電廠水質最適化控制方案第一次期中報告」，其中包括核一二廠現場銹垢取樣，與晶型/非晶型組成分析結果。</p> <p>完成「不銹鋼窄縫銲接程序開發」技術報告(INER-OM-1854R)。</p> <p>完成「Study on characteristics analyses and identification method of corrosion product in boiling water reactor (BWR-6) condensates」國外期刊論文 1 篇。</p> <p>本工作主要為開發核四廠 RIP 瑕疵檢測設備及程序，因新建電廠組件尚無瑕疵，無法驗證設備瑕疵之檢測性能，改以其它方式驗證設備瑕疵現場檢測之能力。影響現場檢測成果的因素包含：空間限制、耦合劑塗佈與回收、探頭及數據擷取量之設定。改以現場空間模擬器</p> | <p>年度預期目標與達成情形均無差異。</p> |

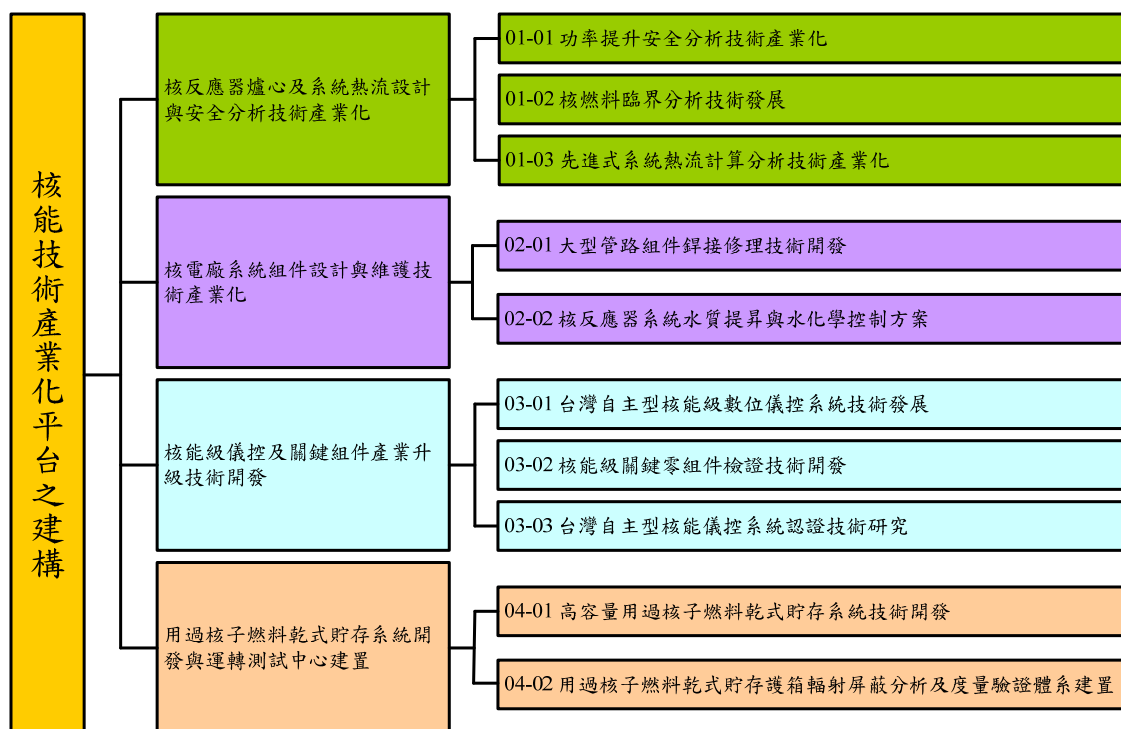
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 8.完成深床式樹脂瀝出物成分分析與特性研究並完成研究報告                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 測試設備之檢測性能，檢測結果顯示，本所自行設計之探頭可符合檢測需求，惟須設定適當數據擷取量，過多或過少都將造成瑕疵誤判，完整成果皆已寫入研究報告「相位陣列式超音波自動化檢測最佳化研究報告(INER-10002R)」中。完成對內報告「以層析法分析陽離子交換樹脂瀝出物」，INER-10548。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                  |
| <p>三、「核能級儀控及關鍵組件產業升級技術開發」分項計畫</p> <p>1.系統採購招標作業</p> <p>2.完成多功能信號測試系統採購招標作業</p> <p>3.完成安全功能要求相關依據標準之文件整理</p> <p>4.完成高可靠度容錯儀控系統平台(SCS-2000)設計開發</p> <p>5.完成核電廠 EQ 組件驗證資料庫</p> <p>6.完成 SCS-2000 數位化儀控系統平台測試與驗證報告</p> <p>7.完成電子元件在輻射環境之失效模式報告</p> <p>8.完成軟硬體系統產品安全功能整合認證申請文件整理</p> <p>9.完成儀控平台環境驗證測試之完整技術能力建置及認證報告</p> <p>10.完成高可靠度控</p> | <p>完成高可靠度地震與輻射測試平台採購招標作業。</p> <p>完成多功能信號測試系統採購招標作業，並於 9 月 10 日完成交貨驗收。</p> <p>完成安全功能要求相關標準彙整，並舉辦「Human Factors in IEC 61508-2010」會議，討論 IEC 61508 中 User friendliness 與 Maintenance friendliness 人因議題，決議研擬相關議題檢核表作為認證工作使用。</p> <p>完成高可靠度容錯儀控系統平台(SCS-2000)設計開發。</p> <p>已完成建立核三廠 EQ 組件驗證資料庫。</p> <p>完成「安全控制系統(SCS-2000)數位儀控平台認證技術之硬體錯誤植入案例分析與研究」報告 1 篇，審核中。</p> <p>完成「輻射劑量對數位電子元件之影響」技術報告(INER- OM-1884R)。</p> <p>完成 SCS-2000 安全控制系統依功能安全標準 IEC-61508 (2010)認證為 SIL-3 高可靠度等級之安全控制器。</p> <p>完成儀控平台 IEC-61508 (2010) SIL-3 認證所需之環境驗證測試完整技術能力建置及認證報告。</p> <p>完成高可靠度控制器之實務應用案例示</p> | 年度預期目標與達成情形均無差異。 |

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>制器之實務應用<br/>案例示範系統開發</p> <p>11.完成執行核電廠<br/>油漆塗料嚴酷環<br/>境驗證報告</p> <p>12.完成 SCS-2000 軟<br/>硬體系統產品安<br/>全功能整合認證<br/>申請或證照核發</p>                                                                                                     | <p>範系統開發。</p> <p>完成核電廠定位器檢證報告(含嚴酷環境<br/>驗證)。</p> <p>(1)完成 SCS-2000 安全控制系統執行軟<br/>硬體系統測試與功能驗證作業。<br/>(2)完成 SCS-2000 安全控制系統依功能<br/>安全標準 IEC- 61508 : 2010 認證為<br/>SIL-3 高可靠度等級之安全控制器。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>由於本年度目標在<br/>於建立嚴酷環境驗<br/>證能量，但油漆塗<br/>料開發及輻射照射<br/>需時較長(20 個<br/>月)，故以執行的定<br/>位器檢證報告(含<br/>嚴酷環境驗證)作<br/>為替代，俟輻射照<br/>射完成後再出具報<br/>告。</p> |
| <p>四、「用過核子燃料乾式<br/>貯存系統開發與運<br/>轉測試中心建置」分<br/>項計畫</p> <p>1.建立混凝土護箱<br/>CAD 模型</p> <p>2.完成鋼筒薄殼結構<br/>有限元素理論報告</p> <p>3.背景劑量數據分析</p> <p>4.完成混凝土護箱傾<br/>倒撞擊分析報告</p> <p>5.完成密封鋼筒之三<br/>維有限元素模型</p> <p>6.完成護箱表面度量<br/>計數率模擬分析報<br/>告</p> | <p>完成混凝土護箱結構外型設計，並以<br/>solidworks 繪成三維模型。</p> <p>完成「乾貯密封鋼筒撞擊分析之有限元<br/>板殼理論推導」研究報告 1 篇。</p> <p>完成核一廠貯存護箱背景劑量率量測工<br/>作，依據量測位置規劃，建立護箱側邊<br/>加馬及中子背景劑量率隨高度之變化曲<br/>線，並量測加馬與中子背景能譜資料。</p> <p>完成「69 束大容量用過燃料乾式貯存系<br/>統之設計開發－混凝土護箱傾倒撞擊分<br/>析」研究報告((INER-10102)。</p> <p>完成有限元素模型建模。</p> <p>利用 SCALE 6.1 程式系統 MAVRIC 控制<br/>模組中之蒙地卡羅屏蔽分析方法，完成<br/>護箱表面度量計數率模擬分析之結果，<br/>完成研究報告 1 份。</p> <p>完成護箱表面劑量率之評估結果，成果<br/>已發表於 2013 年 6/3～6/7 於法國舉辦的<br/>第 12 屆 Neutron and Ion Dosimetry<br/>Symposium 之壁報論文。</p> | <p>年度預期目標與達<br/>成情形均無差異。</p>                                                                                                                  |

|                       |                                                                                             |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7.完成混凝土護箱之地震分析報告      | 完成「69 束高容量用過燃料乾式貯存系統之設計開發－混凝土護箱之地震分析」研究報告(INER- 10236)。                                     |
| 8.完成密封鋼筒垂直墜落分析報告      | 完成「69 束高容量用過燃料乾式貯存系統之設計開發－密封鋼桶垂直墜落撞擊分析」研究報告，審核中。                                            |
| 9.量測實驗                | 完成用過核子燃料乾式貯存護箱頂端自動量測升降台車之設計與製作，並執行台車裝載中子與加馬輻射監測儀器，透過遠端監控方式準確上升至 6 米高的護箱頂端，以執行頂端徑向劑量率分佈量測實驗。 |
| 10.完成乾貯場長期監測計畫之報告     | 已完成相關報告，編號 INER-OM-1929。                                                                    |
| 11.完成鋼桶撞擊分析程式報告       | 已完成「掉落分析程式 CANDROP 使用手冊」，並交付審查中。                                                            |
| 12.完成貯存護箱屏蔽設計分析技術研究報告 | 以核一廠用過核子燃料乾式貯存設施技術精進研究之標的物，納入地形屏蔽影響分析，完成合理保守射源項下之廠外輻射劑量評估研究報告。                              |

### 三、計畫架構(含樹狀圖)：

本分支共分為 4 個主要分項計畫，分別為核反應器爐心及系統熱流設計與安全分析技術產業化分項、核電廠系統組件設計與維護技術產業化分項、核能級儀控及關鍵組件產業升級技術開發分項、用過核子燃料乾式貯存系統開發與運轉測試中心建置分項。每個分項再細分 2 至 3 個子項共計有 10 個子項計畫，分別執行各分項既定目標。核能技術產業化平台之建構的組織架構與分/子項名稱如下圖所示：



#### 四、計畫主要內容：(計畫之內容摘要原則 2 頁)

##### (一)「核反應器爐心及系統熱流設計與安全分析技術產業化」分項計畫

###### 1. 功率提升安全分析技術產業化工作內容如下：

- (1) 建立核一、二廠額定功率快速暫態分析方法論。
- (2) 建立核一、二廠流量脫羈(FRO)分析方法論。
- (3) 完成核四廠運轉區域(Power/Flow Map)之穩定性分析研究。
- (4) 建立核四廠圍阻體分析方法論。

###### 2. 核燃料臨界分析技術發展工作內容如下：

- (1) 核燃料濕式貯存臨界分析方法論研究與建立。
- (2) 核燃料乾式貯存臨界分析方法論研究與建立。

###### 3. 先進式系統熱流計算分析技術產業化工作內容如下：

- (1) 完成熱流模式訓練操作說明書。
- (2) 完成實際核工案例校驗訓練操作說明書。
- (3) 完成 CFD 軟體應用在核電安全分析之總結報告。

##### (二)「核電廠系統組件設計與維護技術產業化」分項計畫

1.大型管路組件銲接修理技術開發工作內容包含：

(1)大型管嘴銲接修理技術開發

(a)高熔填率銲接製程開發。

(b)窄縫銲接製程開發。

(c)雙相不銹鋼焊接參數及程序評估。

(2)異材銲道非破壞檢測技術開發

2.核反應器系統水質提昇水化學控制方案工作內容包含：

(1)系統鐵銹垢鑑定分析技術建立。

(2)水化學導則建立。

(3)功率提昇之飼水鐵與水化學控制。

**(三)「核能級儀控及關鍵組件產業升級技術開發」分項計畫**

1.台灣自主型核能級數位儀控系統技術發展工作內容包含：

(1)依據法規建立核能級控制器規格需求。

(2)結合相關廠商發展核能級高可靠度數位控制器。

(3)執行高可靠度數位控制器軟硬體與系統驗證測試。

(4)完成數位儀控系統安全分析技術開發與實務案例應用示範系統發展。

(5)推動產業、學術界、研究機構密切合作，輔導國內電子儀控廠家升級儀控系統產業技術，擴展市場。

2.核能級關鍵零組件檢證技術開發工作內容包含：

(1)選擇適合國內發展之零組件產業項目，建立核能級關鍵零組件自主產業技術規範。

(2)檢討國內電磁相容驗證技術能量，精進電力突波與干擾驗證測試技術。

(3)輔導國內廠家設計製造核能級產品，並執行零組件嚴酷環境驗證測試。

3.台灣自主型核能儀控系統認證技術研究工作內容包含：

(1)依據安全功能要求、核能法規指引與工業標準，執行相關系統測試與功能驗證。



- (2)針對數位化儀控系統平台之功能安全要求，完成軟硬體系統產品安全功能整合認證申請或證照核發。

**(四)「用過核子燃料乾式貯存系統開發與運轉測試中心建置」分項計畫**

- 1.高容量用過核子燃料乾式貯存系統技術開發工作內容包含：
  - (1)高容量乾貯系統之直立式護箱及其相關配件之結構設計。
  - (2)高容量乾貯系統之撞擊分析程式撰寫。
  - (3)高容量乾貯系統之傾倒撞擊與地震分析。
  - (4)密封鋼筒於直立式護箱內之垂直墜落分析。
  - (5)乾貯場長期監測計畫之規劃。
- 2.用過核子燃料乾式貯存護箱輻射屏蔽分析及度量驗證體系建置工作內容包含：
  - (1)貯存護箱輻射屏蔽驗證構想設計。
  - (2)用過核子燃料輻射源項分析技術精進化研析。
  - (3)貯存護箱輻射屏蔽分析技術精進化研析。
  - (4)貯存護箱輻射劑量度量系統校正分析。
  - (5)貯存護箱輻射劑量度量與量測分析。
  - (6)輻射屏蔽分析及度量比較驗證。

**參、計畫已獲得之主要成果與重大突破就計畫預期目標及 KPI 來作重點說明(含質化與量化成果 outputs)**

**一、質化成果：**

說明：

請就本計畫涉及之☐ (1)學術成就、☐ (2)技術創新、☐ (3)經濟效益、☐ (4)社會影響、☐ (5)非研究類成就、☐ (6)其他效益方面說明重要之成果及重大之突破，凡勾選(可複選)之項目請以文字方式分列說明。

| 預期成果                  | 實際成果                                                                       | 差異分析    |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------|
| 沸水式反應器系統熱水流暫態安全分析技術建立 | (1)完成核一廠額定功率快速暫態分析方法論(INER-A2747R)。<br>(2)完成核二廠額定功率快速暫態分析方法論(INER-A2759R)。 | 符合預定進度。 |

|                          |                                                                                                                                                           |         |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 沸水式反應器中子與慢速暫態安全分析技術建立    | 完成核二廠慢速暫態再循環流量脫羈分析方法論(INER-5600R)。                                                                                                                        | 符合預定進度。 |
| 沸水式反應器穩定性安全分析技術建立        | 完成龍門核電廠運轉區域之穩定性分析研究。                                                                                                                                      | 符合預定進度。 |
| GOTHIC 程式圍阻體暫態熱水流分析模式之建立 | 完成核四廠圍阻體分析方法論。                                                                                                                                            | 符合預定進度。 |
| 核燃料臨界分析方法論研究與建立          | (1)完成核二廠濕式燃料貯存池臨界分析方法論及蒙地卡羅 MCNP 計算模型。<br>(2)完成核一廠乾式燃料貯存設施臨界分析方法論及蒙地卡羅 MCNP 計算模型。                                                                         | 符合預定進度。 |
| 技術建立與發展評估                | (1)完成熱流模式訓練參考資料建立。<br>(2)完成核工案例校驗訓練參考資料建立。<br>(3)撰寫 CFD 軟體應用在核電安全分析之總結報告。                                                                                 | 符合預定進度。 |
| 大型管嘴銲接修理技術開發             | (1)完成「以實體模型驗證修理銲接技術及程序書」研究報告(INER-10034R)。<br>(2)完成「不銹鋼窄縫銲接程序開發」技術報告(INER-OM-1854R)。<br>(3)完成「覆銲修理管路完整性評估導則」技術報告(INER-OM-1879R)。<br>(4)進行碳鋼窄縫銲接設備架設及銲接測試。 | 符合預定進度。 |
| 異材銲道非破壞檢測技術開發            | 進行 Phased Array 自動化檢測模擬器架設與資料收集分析。                                                                                                                        | 符合預定進度。 |
| 鐵銹垢分析技術建立                | 完成「Study on characteristics analyses and identification method of corrosion product in boiling water reactor (BWR-6) condensates」國外期刊論文 1 篇。              | 符合預定進度。 |
| 水化學導則建立                  | 完成研究報告「核能級陽離子交換樹脂瀝出物特性研究」(INER-9894)。                                                                                                                     | 符合預定進度。 |
| 核能級控制器開發                 | 完成高可靠度容錯儀控系統設計開                                                                                                                                           | 符合預定進度。 |

|                     |                                                                                                                                                              |         |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|                     | 發及 IEC 61508 SIL-3 國際認證，於 102 年 7 月取得證書。                                                                                                                     |         |
| 安全系統驗證測試與應用開發       | (1)完成儀控平台環境驗證測試之完整技術能力建置及認證報告。<br>(2)完成高可靠度控制器之實務應用案例示範系統開發，並於 102 年 9 月 16 日「台灣核能儀控系統(TNICS) SCS-2000 安全控制系統產品及技術發表會」中展示。                                   | 符合預定進度。 |
| 核能零組件規範建立           | 已完成「核能電廠安全相關馬達驗證技術規範」技術報告，(INER-OM-1932H)。                                                                                                                   | 符合預定進度。 |
| 驗證技術與能量建立           | (1)已完成「輻射劑量對數位電子元件之影響」技術報告<br>(INER-OM-1884R)。                                                                                                               | 符合預定進度。 |
| 建立軟硬體系統整合認證技術       | (1)完成 SCS-2000 安全控制系統執行軟硬體系統測試與功能驗證作業。<br>(2)完成 SCS-2000 安全控制系統依功能安全標準 IEC-61508:2010 認證為 SIL-3 高可靠度等級之安全控制器。                                                | 符合預定進度。 |
| 電腦輔助設計分析平台整合及乾貯系統設計 | (1)完成「高容量用過核子燃料乾式貯存系統技術開發計畫-直立式混凝土護箱設計」報告<br>(INER-10257)。<br>(2)完成「CANDROP」程式撰寫，程式使用手冊撰寫中。                                                                  | 符合預定進度。 |
| 乾貯系統功能分析與結構強度分析驗證   | (1)完成「69 束高容量用過燃料乾式貯存系統之設計開發－混凝土護箱之地震分析」(INER-10236)及「69 束高容量用過燃料乾式貯存系統之設計開發－混凝土護箱傾倒撞擊分析」報告<br>(INER-10102)。<br>(2)完成「69 束高容量用過燃料乾式貯存系統之設計開發－密封鋼筒垂直墜落撞擊分析」報告 | 符合預定進度。 |

|                         |                                                                                                                                                                                                     |         |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|                         | (INER-10560)。                                                                                                                                                                                       |         |
| 長期乾貯系統所需研發技術<br>規劃與執行   | 完成「長期用過核子燃料乾式貯存<br>護箱建議監測項目與方法」技術報<br>告(INER-OM-1929)。                                                                                                                                              | 符合預定進度。 |
| 用過核子燃料輻射源項分析<br>技術精進化研析 | 以 SCALE 6.1 之 TRITON 模組，重<br>新建構用過核子燃料組件，完成軸<br>向七層切割之三維燃料組件模型，<br>以可考量軸向緩和劑之密度變化，<br>及詳細計算 600 餘個不同起始鈾濃<br>縮度的燃料單元，並與一維 SAS2H<br>的模擬結果進行比較，建立精進化<br>之射源項評估技術。                                      | 符合預定進度。 |
| 貯存護箱輻射屏蔽分析技術<br>精進化研析   | 研究 SCALE 6.1 程式系統 MAVRIC<br>控制模組中的蒙地卡羅屏蔽分析之<br>性能，進行 CADIS 方法論之參數與<br>方法之靈敏度分析，強化射源項自<br>動變異分析，提升貯存護箱輻射屏<br>蔽分析技術之效能。                                                                               | 符合預定進度。 |
| 貯存護箱輻射劑量度量與量<br>測分析     | 完成用過核子燃料乾式貯存護箱頂<br>端自動量測升降台車之設計與製<br>作，台車裝載中子與伽馬輻射監測<br>儀器，可透過遠端監控方式準確上<br>升至 6 米高的護箱頂端，執行頂端<br>徑向劑量率分佈量測，可減少量測<br>作業之人員劑量，劑量率分佈結果<br>並可與屏蔽模式評估結果來驗證乾<br>貯護箱空氣通道之輻射潺流效應，<br>提升國內於輻射深穿透模擬評估技<br>術水平。 | 符合預定進度。 |
| 輻射屏蔽分析及度量比較驗<br>證       | 102 年 1 月 14 日赴核一廠執行貯存<br>護箱度量模擬作業與完成背景劑量<br>率量測工作以及數據分析建檔，量<br>測作業包括以自動升降台車進行護<br>箱測邊之表面劑量率量測及以吊車<br>裝設頂部輪軸進行護箱頂部之表面<br>劑量率量測。<br><br>完成護箱表面劑量率之評估數據整<br>理，成果已發表於 2013 年 6/3~6/7                   | 符合預定進度。 |

|  |                                                         |  |
|--|---------------------------------------------------------|--|
|  | 於法國舉辦的第 12 屆 Neutron and Ion Dosimetry Symposium 之壁報論文。 |  |
|--|---------------------------------------------------------|--|

## 二、量化成果：

說明：

1. 請依本計畫(涉及)設定之成果項目以量化績效指標方式及佐證資料格式填寫主要之量化(如學術成就代表性重要論文、技術移轉經費/項數、技術創新項數、技術服務項數、重大專利及項數、著作權項數等項目，含量化與質化部分)。
2. 下表填報請參考附件一「量化績效指標表」，填寫說明如附件一之表格內容，請選擇合適計畫評估之項目填寫初級產出、效益及重大突破，擇其相關成果填報。
3. 請於附件二中填寫「GRB 佐證資料表」，輔佐說明下表。

| 績效屬性         | 績效指標     | 預期產出<br>量化值     | 實際產出<br>量化值                                   | 效益說明                                                            | 重大突破 |
|--------------|----------|-----------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------|
| 學術成就(科技基礎研究) | A 論文     | 16 篇            | 國外 SCI 期刊 24 篇，EI 4 篇，國外會議論文 17 篇，國內會議論文 1 篇。 | 研發成果發表於國內外重要期刊供世人參考，提昇本所聲譽，展現專業研究技術水準，並將知識與技術流傳與推廣。             |      |
|              | B 研究團隊養成 | 3               | 3                                             | 1.自主型核能級數位儀控系統技術團隊。<br>2.電磁相容－電力突波與干擾驗證技術團隊。<br>3.數位儀控系統認證技術團隊。 |      |
|              | C 博碩士培育  | 碩士研究生及博士研究生 8 員 | 與清大、台大等學校合作研究或透過委辦計畫，共同培育博、碩士研究生 13 人。        | 培養核能相關高科技人才，奠定基礎研究。                                             |      |
|              | D 研究報告   | 42 篇            | 所內研究報告 45 篇。                                  | 協助計畫保存研發過程及成果，可應用於技術推廣將研究報告成果及技術經驗傳承。                           |      |

|              |          |      |      |                                                                                                                                                                                      |  |
|--------------|----------|------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|              | E 辦理學術活動 | 2 場  | 2 場  | 辦理學術活動 2 場，資源分享及經驗交流，促成技術升級。<br>1.3/18~3/22 舉辦「龍門電廠圍阻體熱水流分析方法論法制化與應用」計畫檢討會-GOTHIC 專業訓練課程。<br>2.9/16 舉辦「台灣核能儀控系統(TNICS)之 SCS-2000 安全控制系統產品及技術」發表會。                                    |  |
| 技術創新(科技整合創新) | G 專利     | 4 件  | 6 件  | 取得「液位計檢測裝置及其檢測方法」及「一種用於縮短用過核燃料乾式貯存容器乾操作業時間之裝置」等 2 項專利，另有「雙流體儲放電結構」、「核電廠放射性鐵氧化物非結晶型結構分離方法」、「派屈網路應用於時間確定性之系統方法」、「利用切片取樣評估電纜老劣化之方法」等 4 項專利申請中。專利申請可提昇本所競爭力，避免國外技術壟斷，保障智慧財產權利，並可獲得相關權利金。 |  |
|              | H 技術報告   | 15 篇 | 17 篇 | 可作為本計畫後續研發工作之參考及技術與經驗的傳承。                                                                                                                                                            |  |

|      |           |                          |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
|------|-----------|--------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|      | I 技術活動    | 2 場                      | 4 場次       | 參加技術活動 4 場次：<br>1.3/30「進步型核能電廠主控制室自動化特徵之人因工程評估」。<br>2.6/3～6/7「第 12 屆 Neutron and Ion Dosimetry Symposium」。<br>3.5/12～5/17「The 15th International Topical Meeting on Nuclear Reactor Thermalhydraulics, NURETH-15」。<br>4.7/29～8/2「2013 21st International Conference on Nuclear Engineering (ICONE21)」。 |  |
|      | S 技術服務    | 180,000 千元               | 185,400 千元 | 有效的協助核電廠提昇運轉功率與相關維護之技術問題，並解決國內企業核能產業技術問題。                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|      | R 增加就業    | 35                       | 40 人       | 爭取廠家 R&D 與 O&M 服務機會衍生之技術服務，102 年可提供約 28 個就業機會。另因應所內人員離退招募新人加入工作可增加約 12 個替代役就業機會。共計 40 人。                                                                                                                                                                                                               |  |
| 社會影響 | V 提高能源利用率 | 核電廠中幅度功率提昇約可提高電廠 2% 的發電量 |            | 完成核二廠中幅度功率提昇安全分析報告，現正送審中。預計完成後可提高電廠 2% 的發電量；並減少替代能源在二氧化碳的排放量。                                                                                                                                                                                                                                          |  |

依上述選定績效指標作如下之敘述：

| 102 年度 |                                  |                             |                                             |
|--------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|
| 項目     | 年度目標                             | 年度衡量指標                      | 實際達成度                                       |
| 總計畫    | 1.建立核電廠功率提升所需之安全分析技術，並應用於國內核電廠中幅 | (1)論文 16 篇<br>(2)研究團隊養成 3 個 | (1)國外期刊論文 28 篇，會議論文 18 篇。<br>(2)養成「自主型核能級數位 |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>度功率提升、運轉規範修改、安全設定點合理化等工作以提升電廠營運效率。</p> <p>2.建立核燃料貯存臨界分析技術，因應核電廠運轉或除役等退出核燃料貯存臨界安全議題。</p> <p>3.建立先進式反應器機組熱流計算分析技術，以解決熱水流模式分析及與驗證問題。</p> <p>4.開發大口徑管路組件覆焊及更換技術，以滿足核電廠更換大型組件之需求。</p> <p>5.完成鐵鏽垢鑑定技術、水化學導則及功率提昇之飼水鐵與水化學控制技術，提供產業界改善核能電廠運轉水質條件與系統組件材料效能。</p> <p>6.開發自主型核能數位儀控平台技術，藉以輔導國內電子產業，提供核能儀控所需之設備技術能力。依據安全功能要求、核能法規指引與工業標準，建立系統平台發展、測試與驗證相關技術能力。</p> <p>7.精進核能級關鍵零組件驗證技術與實驗室能量，輔導國內廠家設計製造核能級產品，落實產業自主目標。</p> <p>8.建立核能級儀控認證技術，合產業界之數位控制</p> | <p>(3)博碩士培育 8 人</p> <p>(4)研究報告 42 篇</p> <p>(5)辦理學術活動 2 場</p> <p>(6)專利 4 件</p> <p>(7)技術報告 15 篇</p> | <p>儀控系統技術」、「電磁相容—電力突波與干擾驗證技術」、「數位儀控系統認證技術」等團隊，共計 3 個研究團隊。</p> <p>(3)培養之博士班研究生 4 員與碩士班研究生 9 員，共 13 員。</p> <p>(4)所內研究報告 45 篇。</p> <p>。</p> <p>(5)辦理學術活動：</p> <p>1.3/18~3/22 舉辦「龍門電廠圍阻體熱水流分析方法論法制化與應用」計畫檢討會-GOTHIC 專業訓練課程。</p> <p>2.9/16 舉辦台灣核能儀控系統(TNICS)之 SCS-2000 安全控制系統產品及技術發表會。</p> <p>共辦理學術活動 2 場。</p> <p>(6)取得「液位計檢測裝置及其检测方法」及「一種用於縮短用過核燃料乾式貯存容器乾操作業時間之裝置」等 2 項專利，另有「雙流體儲放電結構」、「核電廠放射性鐵氧化物非結晶型結構分離方法」、「派屈網路應用於時間確定性之系統方法」、「利用切片取樣評估電纜老劣化之方法」等 4 項專利申請中。共計 6 件。</p> <p>(7)技術報告 17 篇。</p> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



|                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>器設計、開發與應用經驗，使國內自主研發之核能級控制系統平台能順利取得認證執照。</p> <p>9.開發高容量用過核子燃料乾式貯存系統技術，以提昇核能設施設計分析工作效率與人才的培訓。</p> <p>10.完成乾式貯存系統運轉訓練中心設置，建立國內乾式貯存系統的運轉技術與運轉人力的培訓。</p> <p>11.執行用過核子燃料乾式貯存護箱輻射屏蔽分析及度量驗證研究，成果回饋於提升國內用過核子燃料輻射源項與貯存護箱屏蔽分析技術。</p> | <p>(8)技術活動 2 場</p><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><p>(9)增加就業 35 個</p><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><p>(10)技術服務收入 1.8 億元</p> | <p>(8)技術活動 4 場</p> <p>1.3/30「進步型核能電廠主控室自動化特徵之人因工程評估」。</p> <p>2.6/3~6/7「第 12 屆 Neutron and Ion Dosimetry Symposium」。</p> <p>3.5/12~5/17「The 15th International Topical Meeting on Nuclear Reactor Thermalhydraulics, NURETH-15」。</p> <p>4.7/29~8/2「2013 21st International Conference on Nuclear Engineering (ICONE21)」。</p> <p>(9)爭取廠家 R&amp;D 與 O&amp;M 服務機會衍生之技術服務，102 年可提供約 28 個就業機會。另因應所內人員離退招募新人加入工作可增加約 12 個替代役就業機會。共計 40 個。</p> <p>(10)技術服務收入 1.85 億元。有效的協助核電廠提昇運轉功率與相關維護之技術問題，並解決國內企業核能產業技術問題。</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 肆、主要成就與成果所產生之價值與影響 (outcomes)

### 一、學術成就(科技基礎研究)(權重 35%)

99 年度：

1. **論文：**本計畫 99 年度發表之論文已刊登在國際上重要研討會 22 篇，國際 SCI 期刊 5 篇，國內期刊 3 篇；總計 30 篇。發表之論文可將有關核電廠安全分析技術、計算流體力學技術、系統組件設計與維護技術、覆焊、應力分析、撞擊測試、水化學控制、用過燃料貯存系統之研發成果供世人參考，提昇本所聲譽，展現專業研究技術水準，並將知識與技術流傳與推廣。
2. **研究團隊養成：**本計畫 99 年度建立核能組件焊接與瑕疵探傷(NDT)技術開發實驗室、銹垢特性鑑定分析實驗室、核能品保與驗證輔導團隊及數位儀控平台發展及認證團隊。計畫所養成之研究團隊可機動、快速因應國內核電廠運轉所需，以建立產業化自主技術，並提昇國內產業水準。
3. **博碩士培育：**本計畫分別與清華大學與台北科技大學成立相關合作研究計畫，在 99 年度由研究計畫培養之博士班研究生 3 員與碩士班研究生 4 員，共 7 員。培養之高科技人材在畢業後均將陸續投入核能相關產業。
4. **研究報告：**本計畫 99 年度共撰寫與核能技術產業化相關之研究報告 43 篇。研究報告可協助計畫保存研發過程及成果，並應用於技術推廣及技術經驗傳承。
5. **辦理學術活動：**本計畫 99 年度辦理儀控系統平台技術、核能級零組件驗證技術研討會 2 場。利用辦理研討會時機與國內外學者、專家作學術意見的交換與討論，達到資源分享及學術交流。
6. **年度成果價值與貢獻度**
  - 功率提昇安全分析技術產業化，完成龍門電廠 LAPUR 穩定性方法論，對龍門電廠的穩定性分析將有所幫助，並可將分析結果供電廠參考。
  - 功率提昇安全分析技術產業化，建立沸水式核電廠備用硼液控制系統

分析方法與分析模式，並應用於國內沸水式核電廠備用硼液控制系統之停機餘裕分析。

- 大型管路組件銲接修理技術開發，完成銲接平台及可調式應變試驗基建置，用於銲接科技之基礎研究，並將用於自主參數及技術開發，未來將運用相關技術於現場工作，以落實計劃之技術產業化目標。
- 核反應器系統水質提昇與水化學控制方案，重建水環路系統：輔以水質監測儀器與電化學交流阻抗儀器，提供日後水化學研究以及輔助水質規範之建立，提昇接受台電委託計畫執行之能量。重建環路如圖 1 所示。水環路監測儀器如圖 2 所示。



圖 1 水環路系統局部照片



圖 2 水環路水質監視設備

- 核反應器系統水質提昇與水化學控制方案完成國內沸水式反應器管

路內側鈍化處理，首次以水化學技術應用於 ABWR 新機組，建立有效合理抑低大修人員輻射劑量之技術。

- 台灣自主型核能級數位儀控系統技術發展，參考美國 Oconee 核電廠及 WOLF CREEK 核電廠更新案經驗及 NRC 內部工作指引(ISG-01～06)，完成安全數位儀控系統更新採購規範及安全儀控系統執照更新程序書(SOP)、核電廠安全儀控系統執照更新程序等文件，作為國內核電廠進行數位化更新之參考。
- 台灣自主型核能級數位儀控系統技術發展，因應美國及法國應用現場可編程閘陣列(Field-Programmable Gate Arrays, FPGA)平台於數位儀控更新之趨勢，應用 ACTEL 公司生產的 FPGA 完成單板 FPGA 儀控平台研製，並委託清華大學建置預期暫態未急停緩抑測試系統，作為數位反應器保護系統之多樣性備用措施，可具體模擬與觀察評估多樣性和深度防禦設計之適當性。
- 高容量用過核子燃料乾式貯存系統開發，設計多種應力應變與撞擊實驗裝置，用以測試各種偵檢器(如應變計、加速規及高速攝影機等)，以確定檢測信號輸出之可靠度，並將偵測數據與軟體模擬進行分析比對，作為軟體模擬的參數修正之依據。這些偵檢器、偵測及分析技術將應用於高容量密封鋼筒之墜落實驗。
- 用過核子燃料乾式貯存護箱輻射屏蔽分析及度量驗證體系建置，完成重大設備「多球式中子能譜計測系統」之量測系統建置規劃與採購，精進中子能譜量測技術，應用於乾式貯存護箱輻射屏蔽分析及度量驗證研究，提供護箱表面之中子分布資訊，增進射源項與屏蔽分析能力。
- 用過核子燃料乾式貯存護箱輻射屏蔽分析及度量驗證體系建置與國立清華大學合作整合國內用過核子燃料輻射屏蔽技術之研究，已於第一年完成研析 SCALE 6.0 程式系統的 MAVRIC 控制模組，並依第 1、2 組護箱竣工圖建立密封鋼筒幾何模型雛形，可供後續執行計畫中執行貯存護箱表面劑量率分佈計算。

100 年度：

1. **論文：**本計畫 100 年度已刊登國際 SCI 論文 17 篇，國內/外會議論文 33 篇，國內期刊 5 篇；總計 55 篇。發表之論文可將有關核電廠安全分析技術、計算流體力學技術、系統組件設計與維護技術、覆焊、應力分析、撞擊測試、水化學控制、用過燃料貯存系統之研發成果供世人參考，提昇本所聲譽，展現專業研究技術水準，並將知識與技術流傳與推廣。
2. **研究團隊養成：**本計畫 100 年度陸續成立核電廠焊接施工團隊、核能組件焊接實驗室、沸水式反應器系統熱水流暫態安全分析團隊、沸水式反應器中子與慢速暫態安全分析團隊、沸水式反應器穩定性安全分析團隊、圍阻體暫態熱水流分析等 6 個團隊。計畫所養成之研究團隊可機動、快速因應國內核電廠運轉所需，以建立產業化自主技術，並提昇國內產業水準。
3. **博碩士培育：**本計畫分別與清華大學與台北科技大學成立相關合作研究計畫，100 年度由研究計畫培養之博士班研究生 3 員與碩士班研究生 11 員，共 14 員。培養之高科技人材在畢業後均將陸續投入核能相關產業。
4. **研究報告：**本計畫 100 年度之研究報告 47 篇。研究報告可協助計畫保存研發過程及成果，並應用於技術推廣及技術經驗傳承。
5. **辦理學術活動：**本計畫 100 年度辦理國內研討會 3 場：(1)9/8 舉辦「100 年度核能零組件檢證技術研討會」。(2)10/14 舉辦「核能電廠安全分析技術運轉支援應用研討會」。(3)10/21 舉辦「計算流體力學於能源領域之發展與應用研討會」。利用辦理學術活動時機與國內外學者、專家作學術意見的交換與討論，達到資源分享及學術交流。
6. **年度成果價值與貢獻度**
  - 完成先進式 Gen-III+ AP1000 反應器爐心中子計算模式，並對起始燃料週期設計進行最佳化調教，確認本所爐心中子計算程式 CMS 程式集不僅成功使用在 AP1000 反應器，同時也能設計出比廠商原始設計出色之燃料布局，此外本計畫也評估了 CMS 程式集用於其他 Gen-III+ 反應器之可行性，結果也顯示本程式均能勝任。將來國內若有機會建

造 Gen-III+反應器，或與國外(例如大陸)進行產業合作，本計畫研發成果馬上可以應用。

- 台灣自主型核能級數位儀控系統技術發展參考功能安全(Functional Safety)國際規範標準 IEC 61508，針對數位系統之安全功能進行相關系統最大允許的安全完整性規劃，並參考國際間通過 IEC 61508 SIL3 認證之控制器，包括 TRICON 與 HFC-6000 之三重容錯控制器，作為開發國內自主型儀控技術之重要參考，除可應用於核能級儀控系統外，亦可應用於工業用安全儀控系統。
- 因應美國及法國應用現場可編程閘陣列(Field-Programmable Gate Arrays, FPGA)平台於數位儀控更新之趨勢，應用 ACTEL 公司生產的 FPGA 完成單板 FPGA 儀控平台研製，委託清華大學建置預期暫態未急停緩抑測試系統，並利用此技術且配合自行開發之 FPGA 儀控平台作為數位反應器保護系統之多樣性備用措施，可具體模擬與觀察評估多樣性和深度防禦設計之適當性。
- 針對核電廠用過燃料設計之密封鋼筒需進行各項測試，其中一項為墜落撞擊，因此新設計的密封鋼筒完成 1/5 縮小模型的製作，並進行垂直及傾斜墜落測試。實驗時在鋼筒內外黏貼各式感測器，蒐集在撞擊瞬間各個位置之加速度值及鋼筒變形資料，這些資料可應用於全尺寸密封鋼筒墜落撞擊之模擬分析，藉以修正各項模擬參數。

101 年度：

1. 本計畫將核電廠安全分析技術、系統組件設計與維護技術、覆焊、撞擊測試、水化學控制、用過燃料貯存系統在科技基礎研究之研發成果發表 27 篇研究論文於國外 SCI 期刊，以及 5 篇國內期刊論文，40 篇國外會議論文，5 篇國內會議論文，36 篇所內研究報告。除可提昇本所聲譽，展現專業研究技術水準，並將知識與技術流傳與推廣。
2. 先進式系統熱流計算分析技術產業化子項自行開發計算流體力學(CFD)程式使用者的自定函式(user define function) 功能，並拓展其在核能工業的應用。目前已能應用在：(1) 核電廠停機後系統熱水流冷

- 卻模式分析工作，核一廠二號機在停機後溫度量測值與計算之結果相吻合。(2) 完成核三廠爐心硼酸濃度分佈之分析研究，其成果可提供爐內反應度與功率計算之依據。
- 3.大型管路組件銲接修理技術開發完成 Ni-Cr-Fe 銲道添加 Nb/Mo 之微觀結構與應力應變行為研究、304L 不銹鋼滾軋與敏化熱處理鹽霧環境應力腐蝕、CF8 雙相不銹鋼/Alloy52M 覆銲熱裂敏感性等研究，以及爐內泵殼異質金屬銲道之相控陣檢測等技術研究。本研究可提供國內核電廠大型組件更換及管路覆焊作業所需之技術。
- 4.台灣自主型核能級數位儀控系統技術發展，與 HFC 合作共同開發 SCS-2000 安全控制系統，並以功能安全(Functional Safety)國際規範標準 IEC 61508 為基礎進行 IEC 61508 SIL3 認證，包括建立核能控制器發展與驗證測試平台需求、彙整核能控制器發展與驗證測試平台應用文件、進行核能控制器原型機應用於高可靠度功能安全控制系統之認證，作為開發國內自主型儀控技術之重要參考，除可應用於核能級儀控系統外，亦可應用於工業用高可靠度之安全儀控系統。另外，針對核能控制器中的線上診斷機制進行研究，內容包括機電元件、輸出入裝置、電源裝置、處理器、記憶體、通訊系統、儲存裝置等議題，探討核能級控制器在執行安全功能時的線上診斷機制及其效益，並以 Fast SVDD (Support Vector Data Descriptions) 及 TAF-SVM (Total Margin-based Adaptive Fuzzy Support Vector Machines)等方法為基礎，發展更快速、更精確之單類別、多類別分類器，用於核能控制器診斷上。
- 5.核能級儀控及關鍵組件產業升級技術開發子項培育曾琳升、郭文煒兩員通過德國萊因技術監護顧問公司(TUV) IEC-61511 國際認證，取得 TUV 安全儀表系統(SIS)工程師證照。
- 6.大容量用過核子燃料乾式貯存系統技術開發以 X-ray 繞射及鑽孔式量測法完成縮尺密封鋼筒焊道殘留應力量測，並完成相關數據比對。對於密封鋼筒焊道殘留應力有更深一層的認識，將有助於乾貯系統結構設計與老劣化評估。

7.引進 SCALE 6.1 程式，建立 MAVRIC 屏蔽分析模組之多射源模擬與自動偏導程序技術，開發三維自動偏導變異數縮減技術，大幅提升大型貯存設施廠界劑量計算效率。

102 年度：

- 1.論文：本計畫 102 年度已完成國際 SCI 論文 24 篇，EI 4 篇，國內/外會議論文 18 篇；總計 46 篇。
- 2.研究團隊養成：本計畫 102 年度成立核能級控制器技術團隊、環境驗證團隊、數位儀控系統認證技術團隊。計畫所養成之研究團隊可機動、快速因應國內核電廠運轉所需，以建立產業化自主技術，並提昇國內產業水準。
- 3.博碩士培育：本計畫分別與台大、清大與台科大成立相關合作研究計畫，102 年度由研究計畫培養共同培育博、碩士研究生 13 人。培養之高科技人材在畢業後均將陸續投入核能相關產業。
- 4.研究報告：本計畫 102 年度之研究報告 45 篇。研究報告可協助計畫保存研發過程及成果，並應用於技術推廣及技術經驗傳承。
- 5.辦理學術活動：本計畫 102 年度辦理國內研討會 2 場：(1) 3/18~3/22 舉辦「龍門電廠圍阻體熱水流分析方法論法制化與應用」計畫檢討會 - GOTHIC 專業訓練課程。(2) 9/16 舉辦「台灣核能儀控系統(TNICS)之 SCS-2000 安全控制系統產品及技術」發表會。利用辦理學術活動時機與國內外學者、專家作學術意見的交換與討論，達到資源分享及學術交流。

#### 6.年度成果價值與貢獻度

- 台灣自主型核能級數位儀控系統技術發展，TaiNICS 計畫之通用數位平台 SCS-2000 安全控制系統是國內第一家取得功能安全標準(IEC 61508:2010)認證之控制系統，可應用於高安全需求工業(如電廠及石化廠等)之安全儀表系統(Safety Instrumented System, SIS)，認證經驗可作為開發國內自主型儀控技術之重要參考。
- SCS-2000 也通過程序工業功能安全標準 IEC 61511、鍋爐與燃燒系統



的危險等級標準 NFPA 85、以及燃燒爐電氣設備和輔助設備標準 EN 50156 等認證，可應用於高安全需求工業(如火力發電及石化廠等)之安全儀表系統(Safety Instrumented System, SIS)。

- 完成三維板殼公式推導，應用於薄殼結構非線性動力分析，投稿論文”Dynamic nonlinear analysis of shell structures using a vector form intrinsic finite element”已獲得 Engineering Structures 期刊接受。相關理論已應用於密封鋼桶結構的掉落撞擊意外事故分析程式 CANDROP。
- 完成護箱表面劑量率評估技術建立，並以核一廠用過核子燃料貯存設施未外加屏蔽為研究案例，完成乾式貯存護箱表面劑量率分佈計算結果，成果已發表於 2013 年 6/3~6/7 於法國舉辦的第 12 屆 Neutron and Ion Dosimetry Symposium 之壁報論文。

(99~102 年)：

1. 論文：本計畫總期程累計國際期刊論文 77 篇，國內期刊論文 13 篇，國外會議論文 108 篇，國內會議論文 10 篇，總計 208 篇。
2. 研究團隊養成：本計畫本計畫總期程累計養成研究團隊 16 個。
3. 博碩士培育：本計畫總期程累計培育博、碩士研究生 55 人。
4. 研究報告：本計畫總期程累計之研究報告 171 篇。
5. 辦理學術活動：本計畫總期程累計辦理研討會 11 場。
6. 完成 Ni-Cr-Fe 鐳道添加 Nb/Mo 之微觀結構與應力應變行為研究、304L 不銹鋼滾軋與敏化熱處理鹽霧環境應力腐蝕研究、CF8 雙相不銹鋼/Alloy52M 覆鐳熱裂敏感性研究，以及爐內泵殼異質金屬鐳道之相控陣檢測等技術研究。該研究可提供國內核電廠大型組件更換及管路覆焊作業所需之相關技術。
7. 完成新型 RIP 異材鐳道超音波檢測 Phased Array 設計，以克服 18mm 之受限檢測空間進行檢測。對於國內各種產業之特殊檢測標的，未來將有可能自行設計先進的 Phased Array 探頭突破限制進行檢測。
8. 引進 SCALE 6.1 程式，建立 MAVRIC 屏蔽分析模組之多射源模擬與

自動偏導程序技術，開發三維自動偏導變異數縮減技術，大幅提升大型貯存設施廠界劑量計算效率。

9. 高容量用過核子燃料乾式貯存系統技術開發以 X-ray 繞射及鑽孔式量測法完成縮尺密封鋼筒焊道殘留應力量測，並完成相關數據比對。對於密封鋼筒焊道殘留應力有更深一層的認識，將有助於乾貯系統結構設計與老劣化評估。

## 二、技術創新(科技整合創新)(權重 35%)

99 年度：

1. **專利：**本計畫研究團隊為保障智慧財產權利，避免國外技術壟斷，99 年度將研發成果申請專利共計有 10 項。
2. **技術報告：**本計畫 99 年度共撰寫與核能技術產業化相關之技術報告 26 篇。技術報告可協助計畫在技術的推廣與應用以及技術經驗的傳承。
3. **技術活動：**本計畫 99 年度參與國際研討會 4 場，與國外學者、專家進行技術交流。
4. **技術服務：**本計畫應用發展之技術，爭取廠家在研究發展與運轉維護經費。99 年度衍生技術服務收入已達新台幣 1.8 億元。
5. **專題報告：**本計畫發展之核能安全分析專題報告，可有效的支援核一、二廠的中幅度功率提昇之技術需求。99 年提交之安全分析專題報告有 3 本獲得原能會審查之安全評估報告(SER)。累計共有 17 本安全分析專題報告獲得 SER。
6. **年度成果價值與貢獻度**
  - 先進式爐心設計與分析技術產業化在國內爐心燃料布局設計技術經過多年練兵，並多次實際與廠家平行設計與驗證，技術已臻成熟，爐心燃料布局設計領域領先大陸甚多。因此本研究希望利用此優勢，整合現有核三廠 PWR 爐心設計技術，先行建立 AP1000 爐心計算模型，再進行其起始週期燃料布局設計，走在中國大陸的前面，嘗試著

將來合作或承攬此項業務，逐步建立產業平台。

- 大型管路組件銲接修理技術開發以提供完整之覆銲服務為目標。因此，今年度完成壓水式反應器(PWR)管路空間及材質調查(報告一篇)，作為模擬器製作、銲頭製作及銲接程序開發之設計基準；評估異質銲道檢測方法(報告一篇)，作為異質銲道檢測方法開發的參考依據。另於年度內，完成銲層自動研磨設備及自動化超音波檢測輔助工具開發，應用於輻射工作區域，降低工作人員劑量，並為未來整合性服務預作準備。
- 核反應器系統水質提昇與水化學控制方案在龍門電廠一號機鈍化處理所使用的注鹼技術為一全新開發之技術，較日本開發之氫型鈉型樹脂切換方法更適合國內 BWR 系統使用，爾後可望推動至新建機組或其他已運轉之反應器更換管線之表面前處理。
- 台灣自主型核能級數位儀控系統技術發展執行台灣自主型核能級數位儀控系統發展計畫(TaiNICS)，研析美國安全儀控法規與標準及美國 NRC 認可三家可應用於核能級控制系統之數位平台(Tricon, Teleperm XS, Common Q) 與國內工業級控制系統之規格，進行差異分析並完成自主型核能級控制器概念設計報告，委託德國 ISTec 公司依據歐盟安全儀控法規與標準電氣/電子/可程式電子安全相關系統之功能安全要求進行評估，並依據差異分析及 ISTec 公司審查結果，包括控道間通訊需求、類比輸入模組 CMRR 需求、I/O 模組及可耐震機櫃等項目，委託台塑電子組開發符合法規標準之自主型核能級數位儀控系統及相關測試程序書及測試報告，做為建立國內自主之核能安全級儀控系統設計、製造與應用安全評估技術能力，核能級控制器設計與實現之參考基礎。並舉辦「2010 年兩岸數位儀控系統技術」研討會，與大陸中廣核公司等單位進行技術交流，引導國內電腦與儀控模組研發產業，建立國內自主之核能安全級儀控系統設計、製造與應用安全評估技術能力。
- 執行台灣自主型核能級數位儀控系統發展計畫(TaiNICS)，除開發以工業級電腦為基礎的自主型核能級數位儀控系統外，並應用 ACTEL 公

司生產的 FPGA 完成單板 FPGA 儀控平台研製，並開發完成以 FPGA 為基礎之核能儀控系統相關智慧財產碼(IP code)，如：自動 Modbus CRC-16 檢驗碼產生器、自動產生硬體描述語言所需之 Modbus CRC-16 格式及 FPGA 儀控平台間序列通訊等智慧財產碼，即產生後之格式可應用於安全需求較高之核能級控制器通訊系統設計，與美國及法國應用 FPGA 技術更新類比儀控系統同步研究。

- 台灣自主型核能級數位儀控系統技術發展與韓國 KOPEC 公司簽訂強震急停系統設計技術服務合約一項，139,200 美金，為核能技術輸出之具體成功案例。
- 高容量用過核子燃料乾式貯存系統開發：(1)完成電腦輔助設計分析環境之建立：完成軟硬體安裝、系統規劃及人員教育訓練。將現有之設計圖及資料加以整理歸檔，以確保不致誤用舊版本之設計圖及資料，並方便日後搜尋及參考，已存入設計圖面三千多張。規劃設計圖審批流程，建立一套設計繪圖流程，對於複雜的工作可以達成分工合作及效率提昇。(2)完成高容量乾式密封鋼筒分析：完成高容量密封鋼筒之設計，並利用應力分析軟體，模擬密封鋼筒在 16 種不同受力組合狀況下之變形，較脆弱的結構出現在底板與側板交界之焊道處，將此一分析結果納入設計考慮並予以補強。(3)完成高容量乾密封鋼筒落摔撞擊評估：研究密封鋼筒內部在運送過程發生意外，因為傾倒而產生撞擊，鋼筒內部組件及燃料承受大變形，評估意外事件的影響。

100 年度：

1. **專利**：本計畫研究團隊為保障智慧財產權利，避免國外技術壟斷，100 年度研發成果申請專利共計有 10 項。
2. **技術報告**：本計畫 100 年度共撰寫與核能技術產業化相關之技術報告 9 篇。技術報告可協助計畫在技術的推廣與應用以及技術經驗的傳承。
3. **技術活動**：本計畫 100 年度參與國際研討會 4 場，與國外學者、專家進行技術交流。
4. **技術服務**：本計畫應用發展之技術，爭取廠家在研究發展與運轉維護

經費。100 年度衍生技術服務收入已成長至新台幣 2.0 億元。

- 5. 專題報告：**本計畫發展之核能安全分析專題報告，可有效的支援核一、二廠的中幅度功率提昇之技術需求。100 年度有 6 本獲得原能會審查之 SER。累計共有 23 本安全分析專題報告獲得 SER。

**6. 年度成果價值與貢獻度**

- 完成龍門核電廠之 LAPUR6.0 穩定性分析模式報告，並提出程式使用經驗與問題。目前已完成此模式之建立與驗證，此計畫完成時，所產生效益包括(1)龍門核電廠 LAPUR6.0 穩定性分析模式，可應用於龍門核電廠之穩定性分析研究，提供分析結果供電廠與管制單位參考。(2) 建立國內使用此新一代穩定性分析程式 LAPUR6.0 及其相關程式之技術，參與工作人員，獲得使用 LAPUR6.0 與相關程式及運用程式對電廠作穩定性分析之經驗與能力。
- 應用已獲得原能會認證之 CFD 分析方法論進行核三廠爐蓋之熱水流分析，以確認爐蓋焊道之劣化狀況，以排除原能會對核三廠爐蓋壓力邊界之安全疑慮。
- 國內爐心燃料布局設計技術經過多次實際與廠家平行設計與驗證，技術已臻成熟，爐心燃料布局設計領域領先大陸甚多。因此本計畫利用此優勢，整合現有核三廠 PWR 爐心設計技術，先行建立 AP1000 爐心計算模型，再進行其起始週期燃料布局設計，走在中國大陸的前面，嘗試著將來合作或承攬此項業務，逐步建立產業平台。
- 本計畫 100 年度執行台灣自主型核能級數位儀控系統發展計畫 (TaiNICS)，除開發以工業級電腦為基礎的自主型核能級數位儀控系統外，並應用 ACTEL 公司生產的 FPGA 完成單板 FPGA 儀控平台研製，並開發完成以 FPGA 為基礎之核能儀控系統相關智慧財產碼(IP code)，如：自動 Modbus CRC-16 檢驗碼產生器、自動產生硬體描述語言所需之 Modbus CRC-16 格式、AMSAC 數位邏輯演算法及 FPGA 儀控平台間序列通訊等智慧財產碼，並配合圖控程式上之人機介面的布林開關、字串描述及數位資料，讓操作者透過這些數位資訊更加容易了解整體系統的狀態及狀況。透過上述方式產生後之格式可應用於

安全需求較高之核能級控制器通訊系統設計，與美國及法國應用 FPGA 技術更新類比儀控系統同步研究。

- 研析功能安全(Functional Safety)國際規範標準及通過 IEC 61508 SIL3 認證之控制器包括 TRICON 與 HFC-6000 之相關系統之功能安全。TaiNICS 專案建立具高可靠度數位控制器之途徑，係基於台塑公司已發展成熟的工業級控制器 FCS-2000 (Formosa Controller System)，開發具三重容錯架構之新型控制器(NCS-1000)，主要執行對策為輸入訊號 (Input Signal)、輸入處理 (Input Process)、邏輯執行 (Logic Execution)、輸出處理 (Output Process) 以及控制器通訊 (Inter-controller Communication)，並委託台灣德國萊因技術顧問股份有限公司 (TUV Rheinland) 依據安全功能產品標準 IEC 61508 針對三重容錯控制器之功能安全要求進行評估，做為建立國內自主之核能級儀控系統設計、製造與應用安全評估技術之參考。
- 大容量乾式貯存系統著重於設計開發貯存用密封鋼筒，提高密封鋼筒可放置用過核子燃料之數量，並以實驗及分析模擬驗證其結構安全性。
- 密封鋼筒製作將使用大量的銲接製程，銲接製程的優劣將影響密封鋼筒焊道的完整及耐蝕性，因此引進自動化殘留應力量測設備，該設備可進行鑽孔深度之自動偵測及定位，提高殘留應力量測之準確性，藉以判斷及修改銲接製程。

101 年度：

1. 本計畫致力於核能相關技術發展並推廣其產業化，在中華民國發明專利：(1)第 I354298 號「典型控制環路裝置」；(2)第 I363526 號「安全網路通訊資料驗證模擬裝置」；(3)第 I365457 號「特殊安全設施儀控系統自動測試裝置」。日本發明專利：(4)特許第 5048533 號「典型控制環路裝置」。美國發明專利：(5)第 US008249840B2 號「多樣性與深度防禦分析模擬裝置」(6)「核電廠放射性鐵氧化物非結晶型結構分離方法」，中華民國發明專利(申請中)；(7)「雙流體儲放電結構」，中

- 華民國發明專利(申請中)；(8)「一種派屈網路應用於時間確定性之系統設計」，中華民國發明專利(申請中)；(9)「三重容錯類比輸入模組自動偵查故障裝置」，中華民國發明專利(申請中)。專利申請中 4 項與專利獲得 5 項，共計 9 項。
2. 功率提升安全分析技術產業化於本年度完成 3 本安全分析專題報告，與 6 本安全分析專題報告之送審程序。本分析報告主要應用於國內核電廠中幅度功率提升、運轉規範修改、安全設定點合理化等工作，以提升電廠安全與營運效率。
  3. 核燃料臨界分析技術發展上針對系統次臨界  $K_{eff}$  之量測方法進行發，以建立國際上第一套嚴謹的量測方法。目前已經陸續完成蒙地卡羅 MCNP 分析模式之建立，並進行有關次臨界有效增殖因數  $K_{eff}$  計算靈敏度研究，對於立系統次臨界  $K_{eff}$  量測方法之建立提供良好基礎。
  4. 大型管路組件銲接修理技術開發成功利用 CIVA 模擬程式根據龍門核電廠爐內泵殼之極度受限空間，設計一套適用於 RIP 異材銲道之相位陣列超音波探頭。以模擬結果為基礎設計，並由國外探頭製作大廠依本所設計進行硬體搭配（包括晶片 damping、接線及適當材質選配等），製造可實際應用之相位陣列超音波探頭。
  5. 核反應器系統水質提昇水化學控制方案完成核電廠管路鈍化注鹼裝置技術，可在沸水式反應器於運轉前或新換機組時進行之爐水淨化系統之管路保護工作，本技術可大幅降低大修時之輻射劑量。
  6. 台灣自主型核能級數位儀控系統技術發展，執行台灣自主型核能級數位儀控系統發展計畫(TaiNICS)，與 HFC 合作共同開發 SCS-2000 安全控制系統，並委託台塑電子組開發符合法規標準之自主型核能級數位儀控系統及相關測試程序書及測試報告；台灣德國萊因技術顧問股份有限公司(TUV Rheinland)依據安全功能產品標準 IEC 61508 針對三重容錯控制器之功能安全要求進行 IEC 61508 SIL3 認證，包括建立核能控制器發展與驗證測試平台需求、彙整核能控制器發展與驗證測試平台應用文件、進行核能控制器原型機應用於高可靠度功能安全控制系

統之認證，建立國內自主之核能安全級儀控系統設計、製造與應用安全評估技術能力。

7. 用過核子燃料乾式貯存系統運轉測試與技轉中心建置建立本土化用過燃料乾式貯存燃料運貯模擬操作設施與運轉技術、操作程序，避免外國公司壟斷的可能。用過核子燃料乾式貯存運貯輔助系統與模擬操作設施建置完成後，乾式貯存運轉測試中心可作為國內乾貯系統運轉技術精進與操作人員訓練之共同平台。

102 年度：

1. **專利：**本計畫研究團隊為保障智慧財產權利，避免國外技術壟斷，102 年度取得「液位計檢測裝置及其檢測方法」及「一種用於縮短用過核燃料乾式貯存容器乾操作業時間之裝置」等 2 項專利，另有「雙流體儲放電結構」、「核電廠放射性鐵氧化物非結晶型結構分離方法」、「派屈網路應用於時間確定性之系統方法」、「利用切片取樣評估電纜老劣化之方法」等 4 項專利申請中。共計 6 件。
2. **技術報告：**共撰寫與核能技術產業化相關之技術報告 17 篇。技術報告可協助計畫在技術的推廣與應用以及技術經驗的傳承。
3. **技術活動：**本計畫 102 年度參與國際研討會 4 場，與國外學者、專家進行技術交流。
4. **技術服務：**本計畫應用發展之技術，爭取廠家在研究發展與運轉維護經費。102 年度衍生技術服務收入已成長至新台幣 1.85 億元。
5. **專題報告：**本計畫發展之核能安全分析專題報告，可有效的支援核一、二廠的中幅度功率提昇之技術需求。102 年度有 6 本獲得原能會審查之 SER。累計共有 29 本安全分析專題報告獲得 SER。
6. **年度成果價值與貢獻度**
  - 參加 PARTRIDGE (Probabilistic Analysis as a Regulatory Tool for Risk Informed Decision GuidancE) 國際合作計畫，獲得國外核能管路系統機率破裂力學管制發展經驗與最新技術。
  - 精準計算與量測核燃料貯存池之中子有效增殖因數才能判斷核燃料



次臨界深度，影響燃料池安全至關重大。本研究完成建立次臨界系統反應度  $K_{eff}$  值與 AO 之關係式，可藉由外加中子源幫助量測中子通率 AO 值，間接得出系統  $K_{eff}$  值，有效解決次臨界系統中子反應度量測困難的議題。

- 『核電廠放射性鐵氧化物非結晶型結構分離方法』為一種利用特定酸液來分離晶型與非晶型銹垢之新開發技術，可廣泛利用於需要鐵銹垢分析之各種場合，非常具有專利價值。
- 台灣自主型核能級數位儀控系統技術發展，執行台灣自主型核能級數位儀控系統發展計畫(TaiNICS)，與 HFC 合作共同開發 SCS-2000 安全控制系統，並委託台塑電子組開發符合法規標準之自主型核能級數位儀控系統及相關測試程序書及測試報告；台灣德國萊因技術顧問股份有限公司(TUV Rheinland)依據功能安全產品標準 IEC 61508 針對 SCS-2000 進行 IEC 61508 SIL3 認證，包括建立安全控制器發展與驗證測試平台需求、彙整安全控制器發展與驗證測試平台應用文件、進行安全控制器原型機之認證，建立國內自主之儀控系統設計、製造與應用安全評估技術能力。
- 完成 69 束高容量系統混凝土護箱地震分析，並對錨釘螺栓進行規範檢核，確認以螺栓錨釘方式確實可以有效提升混凝土護箱抗震能力。以薄殼單元建立 69 束高容量系統之密封鋼桶及底部焊件三維有限元素模型，並進行垂直墜落分析，確認密封鋼桶在墜落撞擊之後不會有過大變形導致輻射外洩。
- 完成用過核子燃料乾式貯存護箱頂端自動量測升降台車之設計與製作，台車裝載中子與加馬輻射監測儀器，可透過遠端監控方式準確上升至 6 米高的護箱頂端，執行頂端徑向劑量率分佈量測，可減少量測作業之人員劑量，劑量率分佈結果並可與屏蔽模式評估結果來驗證乾貯護箱空氣通道之輻射潺流效應，提升國內於輻射深穿透模擬評估技術水平。

(99~102 年)：

1. **專利**：本計畫總期程累計專利共計有 35 項。
2. **技術報告**：本計畫總期程累計技術報告 68 篇。
3. **技術活動**：本計畫總期程累計參與技術活動 15 場。
4. **技術服務**：本計畫總期程累計衍生技術服務收入達新台幣 753,400 千元。
5. **專題報告**：本計畫總期程累計有 29 本安全分析專題報告獲得 SER。
6. **計算流體力學(CFD) 分析技術**為求永續發展，除建立完整之分析校驗能力外，並實際應用在核電廠用過燃料池冷卻能力之分析，以及解決核反應器內部系統於動作時所造成的特殊熱水流暫態現象(HPCI, Core Flow Mixing) 之議題，對核能安全提供進一步的保障。
7. 完成韓國電力工程公司(KEPCO E&C Inc.)強震急停技術諮詢計畫，成功提供本所強震急停裝置技術協助韓電完成開發與建置。與韓國 KOPEC 公司簽訂強震急停系統設計技術服務合約一項 139,200 美金，為核能技術輸出之具體成功案例。
8. 高容量用過核子燃料乾式貯存系統技術開發完成密封鋼筒結構之提籃組件與外殼之修改，針對原有 61 束乾式貯存密封鋼筒，將其容量提升為 69 束，並且建立 3D CAD 模型之圖形資料，並與 CAE 結構分析進行無縫接軌。
9. 核反應器系統水質提昇水化學控制方案完成核電廠管路鈍化注鹼裝置技術，可在沸水式反應器於運轉前或新換機組時進行之爐水淨化系統之管路保護工作，本技術可大幅降低大修時之輻射劑量。
10. 用過核子燃料乾式貯存護箱輻射屏蔽分析及度量驗證體系建置引進 SCALE 6.1 程式，建立 MAVRIC 屏蔽分析模組之多射源模擬與自動偏導程序技術。

### 三、經濟效益(產業經濟發展)(權重 20%)

99 年度：

1. **創新產業或模式建立**：本計畫 99 年度核能級儀控及關鍵組件產業升

級技術開發建立 1 種創新產業發展模式。

- 2. 共通/檢測技術服務：**本計畫 99 年度大型管路組件銲接修理技術開發建立本土化核電廠維修技術，訓練軌道銲接機操作人員達 40 人次，認證遙控銲接人力達 20 人次。本項效益為建立本土化核電廠維修技術，提昇國內銲接、機械及非破壞檢測等相關產業水準。

**3. 年度成果價值與貢獻度**

- 功率提昇安全分析技術產業化建立國內核一、二廠的備用硼液控制系統分析的執照分析技術，經管制單位核可後，可應用於爐心再填換分析。
- 大型管路組件銲接修理技術開發現在進行銲層自動研磨設備開發設計及自動化超音波檢測輔助工具，希望藉此逐步將輻射區專用設備本土化，減少對外仰賴，形成群聚產業。
- 核反應器系統水質提昇與水化學控制方案在龍門電廠爐水淨化系統完成管線純化，可減少腐蝕產物的沈積作用，降低核電廠例行維修成本，初步預估經濟效益達近億元。
- 核能級關鍵零組件產業認證體系建立：1.積極協助國內產業界加入核能產業聯盟，協助廠家執行產品驗證作業，以建立核能機組之使用實績，進而拓展國際市場。2.核能級關鍵零組件產業認證體系建立：與柏林油漆公司洽談核能級油漆產業化驗證相關事宜，期程為 100/1/1~101/12/31 (二年)。(1) 核能級油漆驗證相關作業，協助執行 a.耐輻射測試 b.除污測試 c. DBA 測試；(2) 審查協助建立核能品保系統作業。(3)與金屬中心討論核能級扣件產業認證，該中心著手撰寫品質手冊、品質程序書，以擴大產業商機。
- 用過核子燃料乾式貯存護箱輻射屏蔽分析及度量驗證體系建置建立國內於用過核子燃料特性分析之技術，為國內達成自主的乾貯系統設計分析能力之基礎，並可解決國內用過燃料中期處置之問題，落實產業自主化之目標。
- 高容量用過核子燃料乾式貯存系統開發完成密封鋼筒縮小模型(比例 1/5)之設計與製作，規劃以此一縮小模型進行墜落試驗，配合軟體模

擬分析之結果，進行設計修正與改良。可避免逕行製作全尺寸密封鋼筒時，可能產生之錯誤及浪費。

100 年度：

**1. 共通/檢測技術服務：**本計畫 100 年度執行 40 多人次以上軌道銲接機操作人員訓練、認證 20 多人次遙控銲接人員、檢定 30 多人次以上超音波檢測人員。本項效益為建立本土化核電廠維修技術，提昇國內銲接、機械及非破壞檢測等相關產業水準。

**2. 年度成果價值與貢獻度**

- 核反應器系統水質提昇水化學控制方案幫助核二廠進行鐵銹垢型態分析，改善二號機組長期鐵銹垢濃度偏高的現象，並節省清洗樹脂所需耗費之大量成本。
- 開發高熔填量及低稀釋率銲接參數，以運用於覆銲大型管路組件；同時進一步開發銲接設備、銲層自動研磨設備、超音波自動化檢測輔助工具及狹小空間檢測技術，希望藉此逐步將輻射區專用設備本土化，減少對外仰賴，形成群聚產業。
- 核反應器系統水質提昇與水化學控制方案在龍門電廠爐水淨化系統完成管線純化，可減少腐蝕產物的沈積作用，降低核電廠例行維修成本，初步預估經濟效益達近億元。
- 以 CIVA 非破壞檢測程式開發相位陣列式探頭模擬設計技術，並由國外探頭製作廠家代工進行客製，未來將進一步嘗試由國內廠家進行配件之微調，由於相位陣列式探頭價格昂貴，此模擬設計技術將有助於現有探頭之再利用，對於國內高階之檢測技術發展將是一大助力。
- 協助和輔導柏林公司建立「核能品保系統」，有助於該公司之商品具有國際競爭力。
- 完成韓國電力工程公司(KEPCO E&C Inc.)強震急停技術諮詢計畫，本計畫分別在核研所與韓電舉行技術諮詢會議，成功提供本所強震急停裝置技術協助韓電完成開發與建置，也建立雙方日後技術交流管道與合作模式，可與韓電進行核電廠相關技術交流，有助於本所引進技

術、拓展業務與爭取外界委託案。

- 執行台灣自主型核能級數位儀控系統發展計畫(TaiNICS)，運用台塑公司已發展成熟的工業級控制器 FCS-2000 (Formosa Controller System)，開發具三重容錯架構之新型控制器(NCS-1000)，並委託台灣德國萊因技術監護顧問股份有限公司(TUV Rheinland)依據安全功能產品標準 IEC 61508 針對三重容錯控制器架構文件之功能安全要求進行評估，可提昇國內廠家開發製造與應用核能級儀控系統之技術。
- 從事用過核子燃料輻射源項之分析與乾式貯存護箱之蒙地卡羅屏蔽分析技術研究，並規劃執行 101 年度國內乾式貯存護箱輻射屏蔽度量驗證實驗，成果將助於國內發展自主化乾貯系統設計分析能力，並可解決國內於未來除役需求下之用過燃料中期處置之問題，並落實產業自主化之目標。

101 年度：

1. 本計畫協助台灣電力公司核一廠中幅度功率提昇申請案(第一階段)已於 101 年 11 月 15 日獲原能會同意，核一廠二部機組執照額定熱功率可由現行之 1804MWt 提昇至 1840MWt。後續並可於提出蒸汽乾燥器振動監測(SDVM)分析與計畫，以及於 1858MWt 熱功率運轉之爐心燃料填換安全分析等報告，並經原能會審查同意後，進一步提昇至 1858MWt。目前核一廠已於 11 月 23 日及 29 日分別完成一號機及二號機之功率提昇測試(Power Ascension Test)，並順利將額定熱功率從 1804 MWt 提昇至 1840 MWt。電廠因此可提高 2%的發電量，即每年約增加約 2.0 億度的電力輸出。由於發電量的增加，可節省替代石化燃料成本 6.7 億元。
2. 核電廠系統組件設計與維護技術產業化建立本土化核電廠維修技術，整合所內銲接、材料、機械及非破壞檢測等專業人力，提昇國內相關產業水準。計畫執行期間多次參與台電公司相關管路覆銲標案，培養國內焊工，開發覆銲技術，扶植國內銲接專業公司，創造就業機會外並節省大量外匯支出。透過特製之相位陣列超音波自動化掃描裝

置確保爐內泵殼異材銲道之完整性，避免造成核電廠運轉停止。

3. 與台塑公司電子專案組建立相互合作關係，及透過委託台灣大學合作研究「核能儀控系統軟體模組安全功能驗證」，可探討正規方法應用於國內自主型核能數位儀控系統軟體模組驗證之可行性分析，有助於建立本土數位儀控技術及維護能力，可有機會帶動國內儀控產業升級，擴大數位儀控產業，執行數位儀控系統技術服務專案計畫，避免仰賴國外技術，擴大產業效益。
4. 配合國內用過核子燃料管理之安全以及未來核能一廠除役計畫所面臨之貯存管理策略，短期必須積極推行用過核燃料廠內乾式貯存計畫，本計畫建立用過核子燃料射源項分析與護箱屏蔽分析技術，可確保國內建置用過核子燃料乾式貯存設施之國內產業之主控權，擺脫對國外廠商之依賴性。

102 年度：

1. 本計畫與國內廠家合作執行覆銲，提供 30 多個高技術銲接工作及其他相關工作機會，提升國內銲接產業技術發展。
2. 國內新採購之 10%深床式樹脂經本計畫新研發之晶型/非晶型銹垢分離(美國專利申請案號 13/869,274)技術分析後，發現其飼水鐵銹垢之移除效率比舊樹脂有效改善 10%以上；其樹脂瀝出物之 TOC 與硫酸根分析結果亦較舊樹脂為優，每床樹脂可節省約 7 萬加侖之清洗水量。
3. 因應自主型核能級儀控產業技術與關鍵組件認證平台之建立，探討功能安全應用之數位儀控系統安全分析技術開發與實務案例應用示範系統發展，並建置評估機制與完整技術能力，可促進國內儀控系統與零組件產業升級。
4. 透過委託台灣大學合作研究「核能儀控系統應用正規方法發展與驗證技術研究」，探討正規方法應用於國內自主型核能數位儀控系統軟體驗證之可行性分析，有助於建立本土數位儀控技術及維護能力，可有機會帶動國內儀控產業升級，擴大數位儀控產業，執行數位儀控系統技術服務專案計畫，避免仰賴國外技術，擴大產業效益。

- 5.本計畫建立用過核子燃料射源項分析與護箱屏蔽分析技術，可配合國內用過核子燃料管理之安全以及未來核能一廠除役計畫所面臨之貯存管理策略，協助推動國內建置用過核子燃料乾式貯存設施之產業主控權，擺脫對國外廠商之依賴性。

(99~102 年)：

- 1.創新產業或模式建立：本計畫總期程累計建立核能級儀控及關鍵組件產業升級技術開發 1 種創新產業發展模式。
- 2.共通/檢測技術服務：本計畫總期程累計訓練軌道銲接機操作人員達 80 人次，認證遙控銲接人力達 20 人次，超音波檢測人員檢定 30 多人次，19 名銲接操作員通過銲接訓練並檢定合格，水下吊運訓練工作完成 8 人次。
- 3.協助台電公司完成核一廠中幅度功率提昇案，電廠因此提高 2% 的功率，即每年約增加約 2.0 億度的電力輸出，並節省替代石化燃料成本 6.7 億元。
- 4.核反應器系統水質提昇水化學控制方案幫助核二廠進行鐵銹垢型態分析，改善二號機組長期鐵銹垢濃度偏高的現象，並節省清洗樹脂所需耗費之大量成本。核反應器系統水質提昇與水化學控制方案在龍門電廠爐水淨化系統完成管線純化，可減少腐蝕產物的沈積作用，降低核電廠例行維修成本，初步預估經濟效益達近億元。
- 5.大型管路組件銲接修理技術開發現在進行銲層自動研磨設備開發設計及自動化超音波檢測輔助工具，希望藉此逐步將輻射區專用設備本土化，減少對外仰賴，形成群聚產業。

#### 四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重 10%)

99 年度：

- 1.環境安全永續：本計畫發展之技術已開始應用在核一、二廠的中幅度功率提昇。核電廠中幅度功率提昇約可提高電廠 3% 的發電量；並減

少等量替代能源產生的二氧化碳排放。將於 101 年及 103 年分別完成後，約可增加 7.6 億度的電力輸出，此相當於 49 座 2,000 瓩之風力機組，超過目前台電在彰濱工業區及麥寮第二期風力計畫之總裝置容量，並足以供應 19 萬戶家庭一年的用電量。由於發電量的增加，節省替代石化燃料成本約 25.5 億元。同時減少替代燃料產生之二氧化碳約 48 萬噸年排放量，相當於 1,300 座大安森林公園的年吸碳量，達成節能減碳之效益十分顯著。

**2.增加就業：**本計畫 99 年度因爭取廠家 R&D 經費與 O&M 服務機會衍生之技術服務，每年可提供約 30 個就業機會與 10 個替代役就業機會，共計 40 個。

### **3.年度成果價值與貢獻度**

- 第三代改良型反應器 AP1000 計畫的執行，可以提供更多核工人才的訓練，對於新型反應器在於安全設計上的努力，有更多的瞭解，可以吸納更多資源的投入。第四代反應器的發展（安全，經濟，永續），本來就需要更多的人才及資源的投入才能積極有效的發展，因此第三代進步型反應器的安全性及經濟性，可以使核能在目前經濟及環保的需求下，帶給人們更多的信心，使經濟在能源無匱乏下繼續成長，期待未來更經濟及更潔淨的能源的發展，給予人類更幸福的生長環境。
- 核燃料乾式貯存技術之應用，可協助核能電廠解決退出爐心之用過燃料束安全貯存之議題，是為核能電廠持續安全運轉之重要關鍵，核電廠得以持續提供低碳電力，相對於火力電廠而言，減碳效益相當顯著。
- 因應國際開發低碳能源之共識，各國也紛紛重新思考用過核子燃料管理策略，本計畫執行期間引進國際發展主流之用過核子燃料分析工具，並依據國內燃料使用特性完成自主分析技術，可應用於國內未來用過核子燃料管理策略之規劃。

100 年度：

**1.增加就業：**本計畫 100 年度每年可提供約 28 個就業機會與 10 個替代役就業機會，共計 38 個。



## 2. 年度成果價值與貢獻度

- 龍門電廠完成 RWCUC 系統管線鈍化處理後，減少活性物沈積，減低維修人員之曝露劑量及放射性物質釋出，對整體環境之影響降至最低，充分發揮核電廠環保功能，並提昇發電效率。
- 建立密封鋼筒上蓋銲接及流體操作程序與技術，可應用於核能電廠協助完成用過核燃料乾式貯存，燃料池可具備足夠空間容納後續機組持續運轉期間退出爐心之燃料束，以持續提供便宜又沒有二氧化碳溫室氣體排放疑慮之電力。

### 101 年度：

1. 本計畫發展之技術已應用在核一、二廠的中幅度功率提昇。目前核一廠已完成第一階段的中幅度功率提昇，每年約可增加 2.0 億度的電力輸出。由於發電量的增加，節省替代石化燃料成本約 6.7 億元；同時減少替代燃料產生之二氧化碳約 12.6 萬噸年排放量，達成節能減碳之效益十分顯著。
2. 大型管路組件銲接修理技術開發完成國內多次核電廠組件管嘴異質銲道覆銲，成功解決異質銲道劣化疑慮，提升核能安全之即時技術支援能量，增進核電廠運轉安全。本計畫未來將整合銲接、材料、機械及非破壞檢測等專業人力，持續開發大型管路組件銲接修補技術，以確保核電廠安全運轉。
3. 依照 ASME BPVC SEC XI 規定，龍門核電廠運轉前，其對爐內泵殼銲道僅需執行目視檢測，未來如經長時間運轉後泵殼銲道發生內表面裂紋，尚需要執行超音波檢測才能確保銲道完整性。異材銲道混合多種不同金屬材料且位於高輻射區域，有效率的檢測技術不僅可在管路瑕疵早期發生階段檢測出來，提升電廠運轉安全外，先進技術及設備亦可大幅縮短檢測時間，降低人員輻射暴露劑量。
4. 本計畫是為發展自主型核能數位儀控平台技術，藉以輔導國內電子產業，提供核能儀控所需之設備技術能力。透過本計畫所建立之認證技術，可直接支援核能管制單位和間接服務台電公司核能電廠，對維繫

國內核能安全及擴展核能於「節能減碳」之低碳能源應用策略有莫大貢獻，以求國家環保安全與永續發展之效。

102 年度：

1. **增加就業：**本計畫 102 年度每年可提供約 28 個就業機會與 12 個替代役就業機會，共計 40 個。
2. 核燃料安全儲存屬核電廠營運之一環，亦為社會關注的焦點。本研究發展之核燃料濕式(SFP)/乾式貯存中子臨界安全分析技術以準確且保守之分析方法論確保貯存安全餘裕，另亦發展了一套次臨界系統中子反應度較為精確之量測方法，可以驗證分析計算程式準確性。相當程度回應民眾對核能發電安全議題的關切，也為環境安全永續發展盡心力。
3. 核二廠二號機有長期飼水鐵銹垢偏高問題，經過計畫中研發之晶型非晶型銹垢分離後可發現其問題在於二號機除礦器前端銹垢之顆粒較小，非晶型也較多，並根據此一現象設計改變除礦器樹脂鋪床條件，有效降低飼水鐵濃度達 25%，並可達到降低人員輻射劑量與除污成本之效益。
4. 以錨定螺栓作為直立式混凝土護箱之耐震補強手段，研究結果證實可以有效提升混凝土護箱之抗震係數。因應未來國內核電廠設計基準地震提升之可能性，以螺栓錨定是簡單可行的抗震補強方法之一。本計畫結果可以降低社會大眾對乾貯系統安全之疑慮。
5. 本計畫執行成果可深耕本土化之乾式貯存屏蔽與輻射防護分析技術，為國內用過核子燃料管理之輻射安全有更深入的了解，為社會輻安議題進行把關。

(99~102 年)：

1. **環境安全永續：**協助台電公司完成核一廠中幅度功率提昇案，電廠因此可提高 2% 的功率，即每年約增加約 2.0 億度的電力輸出。估計可節省替代石化燃料成本 6.7 億元，及替代燃料產生之二氧化碳約 12.6

萬噸的年排放量，達到節能省碳的成效。

2. **增加就業：**本計畫總期程累計爭取廠家 R&D 與 O&M 服務機會所衍生之技術服務案，四年共提供約 156 個就業機會(包含專支人力與替代役)。
3. 核二廠發生反應爐支撐裙板錨定螺栓斷裂事件，大型管路組件銲接修理技術開發子項計畫經緊急調整使用之相位陣列檢測設備與探頭用於損壞螺栓試件檢測，呈現螺栓試件內部之整體損壞情形，對於事件肇因分析有相當幫助，降低民眾對核安之疑慮。
4. 大型管路組件銲接修理技術開發完成國內多次核電廠組件管嘴異質銲道覆銲，成功解決異質銲道劣化疑慮，提升核能安全之即時技術支援能量，增進核電廠運轉安全。
5. 建立用過核子燃料射源項分析與護箱屏蔽分析技術，可確保國內建置用過核子燃料乾式貯存設施之環境輻射安全，並符合國內廠界環境劑量之嚴格標準，解決社會大眾對用過核子燃料貯存在輻安疑慮。

## 五、其它效益(科技政策管理及其它)(權重 0%)

99 年度：

1. 規範/標準制訂：法規制度的建立將使國內廠商取得法源依據，並依循生產可靠的核能鍵零組件，以避免國外廠家的壟斷。99 年度核能級儀控及關鍵組件產業升級技術開發子項積極參與核能法規的制定，建全國內核能關鍵零組件之法規制度 1 件。

100 年度：

1. 本計畫 100 年度與清華大學核子工程與科學研究所江祥輝教授合作用過核子燃料乾式貯存護箱輻射屏蔽度量分析驗證委外計畫，透過整合國內此領域現有學術研究資源，針對國內將首次執行用過核子燃料乾式貯存運貯作業，共同參與第一、二組護箱之輻射屏蔽度量驗證實驗，實驗數據將可供日後屏蔽技術發展之驗證基礎。

101 年度：無。

102 年度：

1. 「分析深床式樹脂特性與其對於系統水質之影響」項目，可協助國內分析其新採購樹脂瀝出物之總有機碳與硫酸根離子等項目，並將其劣化後再做分析並與其他樹脂做比較，可幫助核發處了解其新採購樹脂之品質優劣。
2. 委託台灣德國萊因技術顧問股份有限公司(TÜV Rheinland)依據安全功能產品標準 IEC 61508，針對高可靠度容錯儀控系統平台(SCS-2000)進行 IEC 61508 SIL3 認證，以及相關應用標準認證，包括製程工業功能安全標準(IEC 61511)、鍋爐與燃燒系統的危險等級標準(NFPA 85)、燃燒爐電氣設備和輔助設備標準(EN 50156)等，此項安全控制系統可提昇與滿足各產業之可靠度與安全需求。

## 伍、本年計畫經費與人力執行情形

### 一、計畫經費執行情形：(以下列表格表達)

#### (一)計畫結構與經費

| 細部計畫<br>(分支計畫)       |        | 研究計畫<br>(分項計畫)                              |        | 主持人 | 執行機關  | 備註 |
|----------------------|--------|---------------------------------------------|--------|-----|-------|----|
| 名稱                   | 經費(千元) | 名稱                                          | 經費(千元) |     |       |    |
| 核能技術<br>產業化平<br>台之建構 | 73,112 | 核反應器<br>爐心及系<br>統熱流設<br>計與安全<br>分析技術<br>產業化 | 17,443 | 胡中興 | 核能研究所 |    |
|                      |        | 核電廠系<br>統組件設<br>計與維護<br>技術產業<br>化           | 25,352 | 鄭世中 |       |    |

|  |  |                                             |        |     |  |  |
|--|--|---------------------------------------------|--------|-----|--|--|
|  |  | 核能級儀<br>控及關鍵<br>組件產業<br>升級技術<br>開發          | 23,436 | 陳明輝 |  |  |
|  |  | 用過核子<br>燃料乾式<br>貯存系統<br>開發與運<br>轉測試中<br>心建置 | 6,881  | 黃金城 |  |  |

## (二)經資門經費表

預算執行數統計截止日期 102.12.31

| 會計科目<br>項目 | 預算數(執行數)/元                 |     |                            |                    | 備註            |
|------------|----------------------------|-----|----------------------------|--------------------|---------------|
|            | 主管機關預算<br>(累計分配數)          | 自籌款 | 合計                         |                    |               |
|            |                            |     | 流用後預算數<br>(實際執行數)          | 占總預算數%<br>(執行率%)   |               |
| 一、經常支出     |                            |     |                            |                    |               |
| 1.人事費      |                            |     |                            |                    |               |
| 2.業務費      | 45,593,000<br>(45,528,262) |     | 45,528,262<br>(43,140,673) | 62.27%<br>(94.76%) | 流出：<br>64,738 |
| 3.差旅費      |                            |     |                            |                    |               |
| 4.管理費      |                            |     |                            |                    |               |
| 5.營業稅      |                            |     |                            |                    |               |
| 小計         | 45,593,000<br>(45,528,262) |     | 45,528,262<br>(43,140,673) | 62.27%<br>(94.76%) |               |
| 二、資本支出     |                            |     |                            |                    |               |
| 1.設備費      | 27,519,000<br>(27,583,738) |     | 27,583,738<br>(27,583,738) | 37.73%<br>(100%)   | 流入：<br>64,738 |
| 小計         | 27,519,000<br>(27,583,738) |     | 27,583,738<br>(27,583,738) | 37.73%<br>(100%)   |               |
| 合計金額       | 73,112,000<br>(73,112,000) |     | 73,112,000<br>(70,724,411) | 100%<br>(96.73%)   |               |

請將預算數及執行數並列，以括弧表示執行數。

**102 年度計畫執行數與預算數差異說明：**本計畫節餘款 1,321,689 元，

均為控留款，係統一依據行政院主計總處 102.9.5 院授主會公字第

1020500631 號函要求辦理控留。若控留款不納入計算，則年累計支出比為 98.52% (其中 1,065,900 為第二分項保留款)。

### (三)100 萬以上儀器設備

總期程累計(中綱計畫執行期間累計)：

| No. | 年度  | 儀器設備名稱                       | 支出金額       |
|-----|-----|------------------------------|------------|
| 1   | 99  | 軌道研磨機                        | 4,420,000  |
| 2   |     | 窄縫銲接系統銲頭                     | 4,105,494  |
| 3   |     | 銲道熱裂量測系統                     | 1,050,000  |
| 4   |     | 銲接精密工作台                      | 1,150,000  |
| 5   |     | 非破壞檢測模擬軟體                    | 4,386,560  |
| 6   |     | 電化學交流阻抗測試系統                  | 2,284,000  |
| 7   |     | 封銲自動銲接機                      | 10,617,367 |
| 8   |     | 多球式中子能譜計測系統                  | 3,500,000  |
| 9   | 100 | 管端軌道式圓周自動焊接裝置                | 3,250,000  |
| 10  |     | 夾持式可變極性覆銲銲接系統                | 3,080,690  |
| 11  |     | 相陣列式探頭                       | 1,460,000  |
| 12  |     | 殘留應力的自動量測系統                  | 1,880,500  |
| 13  |     | 氬氣測漏儀                        | 1,700,000  |
| 14  | 101 | 熱端管路覆銲設備                     | 6,800,000  |
| 15  |     | 雷射金相顯微鏡                      | 3,018,000  |
| 16  |     | 高可靠度多重容錯控制器測試與驗證平台           | 5,899,000  |
| 17  |     | 多功能信號測試系統(CS101)             | 3,400,000  |
| 18  |     | 密封鋼筒上蓋切割系統流體操作輔助設備           | 1,962,289  |
| 19  | 102 | 熱場發射三機一體掃描式電子顯微鏡             | 3,800,000  |
| 20  |     | 高可靠度多重容錯控制器測試與驗證平台           | 5,903,950  |
| 21  |     | MIL-STD-461E CS116 多功能信號測試系統 | 2,470,000  |
| 22  |     | 交流定電流源測試設備                   | 2,184,000  |
| 23  |     | HFC 高可靠度地震與輻射測試平台            | 2,122,115  |
| 24  |     | 高可靠度電磁干擾測試平台                 | 3,138,416  |
|     | 合計  |                              | 83,582,381 |

### (四)計畫人力

職級說明：

1. 研究員級：研究員、教授、主治醫師、簡任技正、若非以上職稱則相當於博士滿三年、或碩士滿六年、或學士滿九年之研究經驗者。
2. 副研究員級：副研究員、副教授、助研究員、助教授、總醫師、薦任技正、若非以上職稱則相當於博士、碩士滿三年、學士滿六年以上之研究經驗者。
3. 助理研究員級：助理研究員、講師、住院醫師、技士、若非以上職稱則相當於碩士、或學士滿三年以上之研究經驗者。
4. 助理：研究助理、助教、實習醫師、若非以上職稱則相當於學士、或專科滿三年以上之研究經驗者，含碩博士研究生。

人力統計截止日期 12.12.31

| 年度                  | 執行情形 | 總人力<br>(人月) | 研究員級  | 副研究員<br>級 | 助理研究<br>員級 | 助理       |
|---------------------|------|-------------|-------|-----------|------------|----------|
| 99 年度               | 原訂   | 834.0       | 7.34  | 244.36    | 279.39     | 302.91   |
|                     | 實際   | 838.2       | 7.10  | 251.80    | 287.67     | 291.63   |
|                     | 差異   | 4.20        | -0.24 | 7.44      | 8.28       | -11.28   |
| 100 年度              | 原訂   | 922.8       | 14.4  | 151.2     | 314.4      | 442.8    |
|                     | 實際   | 931.2       | 15.6  | 156.0     | 304.8      | 454.8    |
|                     | 差異   | 8.40        | 1.20  | 4.80      | -9.60      | 12.0     |
| 101 年度              | 原訂   | 852         | 20.4  | 184.8     | 286.8      | 360.0    |
|                     | 實際   | 859.6       | 20.8  | 190.0     | 284.6      | 364.2    |
|                     | 差異   | 7.6         | 0.4   | 5.2       | -2.2       | 4.2      |
| 102 年度              | 原訂   | 680.0       | 24.0  | 148.0     | 192.0      | 316.0    |
|                     | 實際   | 686.3       | 24.2  | 149.4     | 193.8      | 318.9    |
|                     | 差異   | 6.3         | 0.2   | 1.4       | 1.8        | 2.9      |
| 總期程累計<br>(99~102 年) | 原訂   | 3,288.8     | 66.14 | 728.36    | 1,072.59   | 1,421.71 |
|                     | 實際   | 3,315.3     | 67.70 | 747.20    | 1,070.87   | 1,429.53 |
|                     | 差異   | 26.5        | 1.56  | 18.84     | -1.72      | 7.82     |

與原核定計畫差異說明：符合。

### (五)中網計畫執行期間累計主要人力(副研究員級以上)投入情形

說明：請填副研究員級以上人力。

中網計畫執行期間累計：

| 年度     | 姓名  | 計畫職稱            | 投入主要工作及人月數                  | 學、經歷及專長 |                         |
|--------|-----|-----------------|-----------------------------|---------|-------------------------|
| 99-102 | 高良書 | 研究員<br>兼<br>主持人 | 計畫主持人，全<br>程計畫之推動與<br>成果之審核 | 學歷      |                         |
|        |     |                 |                             | 經歷      | 核能研究所副研員、核工組副組長、核安中心副主任 |
|        |     |                 |                             | 專長      |                         |
| 99-102 | 胡中興 | 副研究員            | 擔任分項 1「核反                   | 學歷      |                         |

| 年度     | 姓名  | 計畫職稱              | 投入主要工作及人月數                                           | 學、經歷及專長 |                        |
|--------|-----|-------------------|------------------------------------------------------|---------|------------------------|
|        |     | 兼<br>協同主持人        | 應器爐心及系統熱流設計與安全分析技術產業化」計畫主持人，負責分項計畫之推動與成果之審核          | 經歷      | 核能研究所研助、助研員、副研員、核工組副組長 |
|        |     |                   |                                                      | 專長      |                        |
| 99-102 | 鄭世中 | 研究員<br>兼<br>協同主持人 | 擔任分項 2「核電廠系統組件設計與維護技術產業化」計畫主持人，負責分項計畫之推動與成果之審核       | 學歷      |                        |
|        |     |                   |                                                      | 經歷      | 核能研究所助研員、副研員、燃材組副組長    |
|        |     |                   |                                                      | 專長      |                        |
| 99-102 | 陳明輝 | 研究員<br>兼<br>協同主持人 | 擔任分項 3「核能級儀控及關鍵組件產業升級技術開發」計畫主持人，負責計畫之推動與成果之審核        | 學歷      |                        |
|        |     |                   |                                                      | 經歷      | 核能研究所助研員、副研員、核儀組分組長、組長 |
|        |     |                   |                                                      | 專長      |                        |
| 99-102 | 黃金城 | 研究員<br>兼<br>協同主持人 | 擔任分項 4「用過核子燃料乾式貯存系統開發與運轉測試中心建置」計畫主持人，負責分項計畫之推動與成果之審核 | 學歷      |                        |
|        |     |                   |                                                      | 經歷      | 核能研究所                  |
|        |     |                   |                                                      | 專長      |                        |
| 99-102 | 荊軍安 | 副研究員              | 擔任子項計畫主持人，負責子項計畫之推動與成果之審核                            | 學歷      |                        |
|        |     |                   |                                                      | 經歷      | 核能研究所助研員、副研員、分組長       |
|        |     |                   |                                                      | 專長      |                        |
| 99-102 | 葉昭廷 | 副研究員              | 擔任子項計畫主持人，負責子項計畫之推動與成果之審核                            | 學歷      |                        |
|        |     |                   |                                                      | 經歷      | 核能研究所助研員、副研員           |
|        |     |                   |                                                      | 專長      |                        |
| 99-102 | 黃俊源 | 副研究員              | 擔任子項計畫主持人，負責子項計畫之推動與成果之審核                            | 學歷      |                        |
|        |     |                   |                                                      | 經歷      | 核能研究所研究助理、助理研員、副研員     |
|        |     |                   |                                                      | 專長      |                        |
| 99-102 | 徐獻星 | 研究員               | 擔任子項計畫主                                              | 學歷      |                        |



| 年度     | 姓名  | 計畫職稱 | 投入主要工作及人月數                | 學、經歷及專長 |                                       |
|--------|-----|------|---------------------------|---------|---------------------------------------|
|        |     |      | 持人，負責子項計畫之推動與成果之審核        | 經歷      | 核能研究所助研員、副研員、研究員                      |
|        |     |      |                           | 專長      |                                       |
| 99-102 | 徐耀東 | 副研究員 | 擔任子項計畫主持人，負責子項計畫之推動與成果之審核 | 學歷      |                                       |
|        |     |      |                           | 經歷      | 核能研究所研究助理、助理研究員、副研員                   |
|        |     |      |                           | 專長      |                                       |
| 99-102 | 鄭宗杰 | 副研究員 | 擔任子項計畫主持人，負責子項計畫之推動與成果之審核 | 學歷      |                                       |
|        |     |      |                           | 經歷      | 核能研究所研究助理、助理研究員、副研員                   |
|        |     |      |                           | 專長      |                                       |
| 99-102 | 張淑君 | 副研究員 | 擔任子項計畫主持人，負責子項計畫之推動與成果之審核 | 學歷      |                                       |
|        |     |      |                           | 經歷      | 核能研究所研究助理、助研員、副研員                     |
|        |     |      |                           | 專長      |                                       |
| 99-102 | 康龍全 | 研究員  | 負責分項計畫之推動與成果之審核           | 學歷      |                                       |
|        |     |      |                           | 經歷      | 核能研究所助研員、副研員、工程組副組長                   |
|        |     |      |                           | 專長      |                                       |
| 99-102 | 溫冬珍 | 研究員  | 核反應器系統水質提昇與水化學控制方案子項計畫規劃  | 學歷      |                                       |
|        |     |      |                           | 經歷      | 1.核能研究所助研員、副研員、研究員<br>2.台電公司核安委員 14 年 |
|        |     |      |                           | 專長      |                                       |
| 99-102 | 徐鴻發 | 研究員  | 參與大型管路組件銲接修理技術開發工作        | 學歷      |                                       |
|        |     |      |                           | 經歷      | 核能研究所研究助理、助研員、副研員                     |
|        |     |      |                           | 專長      |                                       |
| 99-102 | 鄭武岳 | 研究員  | 台灣自主型核能級數位儀控系統技術發展        | 學歷      |                                       |
|        |     |      |                           | 經歷      | 核能研究所副研員                              |
|        |     |      |                           | 專長      |                                       |
| 99-102 | 王仲容 | 副研究員 | 沸水式反應器穩定性安全分析技術建立工作負責人    | 學歷      |                                       |
|        |     |      |                           | 經歷      | 核能研究所研究助理、助研員、副研員                     |
|        |     |      |                           | 專長      |                                       |
| 99-102 | 童武雄 | 副研究員 | 沸水式反應器中                   | 學歷      |                                       |

| 年度     | 姓名  | 計畫職稱 | 投入主要工作及人月數                  | 學、經歷及專長 |                    |
|--------|-----|------|-----------------------------|---------|--------------------|
|        |     |      | 子與慢速暫態安全分析技術建立工作負責人         | 經歷      | 核能研究所助研員、副研員       |
|        |     |      |                             | 專長      |                    |
| 99-102 | 馬紹仕 | 副研究員 | 參與「沸水式反應器系統熱水流暫態安全分析技術建立」工作 | 學歷      |                    |
|        |     |      |                             | 經歷      | 核能研究所助研員、副研員       |
|        |     |      |                             | 專長      |                    |
| 99-102 | 林永鵬 | 副研究員 | 參與「沸水式反應器分析技術建立」工作          | 學歷      |                    |
|        |     |      |                             | 經歷      | 核能研究所研究助理、助研員、副研員  |
|        |     |      |                             | 專長      |                    |
| 99-102 | 戴良哲 | 副研究員 | 參與「圍阻體暫態熱水流分析模式之建立」工作       | 學歷      |                    |
|        |     |      |                             | 經歷      | 核能研究所助研員、副研員       |
|        |     |      |                             | 專長      |                    |
| 99-102 | 朱厚瑾 | 副研究員 | 參與大型管路組件銲接修理技術開發工作          | 學歷      |                    |
|        |     |      |                             | 經歷      | 核能研究所研究助理、助理研員、副研員 |
|        |     |      |                             | 專長      |                    |
| 99-102 | 葉基榮 | 副研究員 | 參與大型管路組件銲接修理技術開發工作          | 學歷      |                    |
|        |     |      |                             | 經歷      | 核能研究所研究助理、助理研員、副研員 |
|        |     |      |                             | 專長      |                    |
| 99-102 | 張慧良 | 副研究員 | 功率提昇飼水流量、溫度變化與銹垢關係探討        | 學歷      |                    |
|        |     |      |                             | 經歷      | 核能研究所助研員、副研員       |
|        |     |      |                             | 專長      |                    |
| 99-102 | 李春林 | 副研究員 | 台灣自主型核能級數位儀控系統技術發展          | 學歷      |                    |
|        |     |      |                             | 經歷      | 核能研究所              |
|        |     |      |                             | 專長      |                    |
| 99-102 | 王志綱 | 副研究員 | 台灣自主型核能級數位儀控系統技術發展          | 學歷      |                    |
|        |     |      |                             | 經歷      | 核能研究所副研員           |
|        |     |      |                             | 專長      |                    |
| 99-102 | 楊豐滿 | 副研究員 | 核能級關鍵零組件檢證技術精進              | 學歷      |                    |
|        |     |      |                             | 經歷      | 核能研究所助研員、副研員       |

| 年度     | 姓名  | 計畫職稱 | 投入主要工作及人月數                        | 學、經歷及專長 |               |
|--------|-----|------|-----------------------------------|---------|---------------|
|        |     |      |                                   | 專長      |               |
| 99-102 | 李朝河 | 副研究員 | 核能級關鍵零組件檢證技術精進                    | 學歷      |               |
|        |     |      |                                   | 經歷      | 核能研究所技術員、研究助理 |
|        |     |      |                                   | 專長      |               |
| 99-102 | 黃揮文 | 副研究員 | 核能儀控系統功能安全認證技術研究                  | 學歷      |               |
|        |     |      |                                   | 經歷      | 核能研究所助研員、副研員  |
|        |     |      |                                   | 專長      |               |
| 99-102 | 黃金泉 | 副研究員 | 核能級關鍵零組件檢證技術精進                    | 學歷      |               |
|        |     |      |                                   | 經歷      | 核能研究所技術員、研究助理 |
|        |     |      |                                   | 專長      |               |
| 99-102 | 任天熹 | 副研究員 | 高容量用過核子燃料乾式貯存系統技術開發，負責CAD繪圖及圖庫建置  | 學歷      |               |
|        |     |      |                                   | 經歷      | 核能研究所助研員、副研員  |
|        |     |      |                                   | 專長      |               |
| 99-102 | 蔡柏軍 | 副研究員 | 高容量用過核子燃料乾式貯存系統技術開發，負責試驗設備之建立     | 學歷      |               |
|        |     |      |                                   | 經歷      | 核能研究所助研員、副研員  |
|        |     |      |                                   | 專長      |               |
| 99-102 | 何正行 | 副研究員 | 高容量用過核子燃料乾式貯存系統技術開發，負責鋼桶結構材料分析    | 學歷      |               |
|        |     |      |                                   | 經歷      | 核能研究所         |
|        |     |      |                                   | 專長      |               |
| 99-102 | 楊玉堂 | 副研究員 | 高容量用過核子燃料乾式貯存系統技術開發，負責混凝土護箱之設計    | 學歷      |               |
|        |     |      |                                   | 經歷      | 核能研究所         |
|        |     |      |                                   | 專長      |               |
| 99-102 | 徐康耀 | 副研究員 | 高容量用過核子燃料乾式貯存系統技術開發發，負責有限元素模式之建立。 | 學歷      |               |
|        |     |      |                                   | 經歷      | 核能研究所助研員、副研員  |
|        |     |      |                                   | 專長      |               |
| 99-102 | 黃昭輝 | 副研究員 | 用過核子燃料乾式貯存護箱輻射度量驗證體系建             | 學歷      |               |
|        |     |      |                                   | 經歷      | 核能研究所         |

| 年度     | 姓名  | 計畫職稱 | 投入主要工作及人月數              | 學、經歷及專長 |                   |
|--------|-----|------|-------------------------|---------|-------------------|
|        |     |      | 置                       | 專長      |                   |
| 99-101 | 楊慶威 | 副研究員 | 負責子項計畫之推動與成果之審核         | 學歷      |                   |
|        |     |      |                         | 經歷      | 核能研究所研助、助研員、副研員   |
|        |     |      |                         | 專長      |                   |
| 99-102 | 張栢菁 | 副研究員 | 用過核子燃料乾式貯存護箱輻射屏蔽分析及度量驗證 | 學歷      |                   |
|        |     |      |                         | 經歷      | 核能研究所助研員、副研究員     |
|        |     |      |                         | 專長      |                   |
| 99-102 | 袁明程 | 副研究員 | 用過核子燃料乾式貯存護箱輻射屏蔽分析及度量驗證 | 學歷      |                   |
|        |     |      |                         | 經歷      | 核能研究所研究助理、助研員、副研員 |
|        |     |      |                         | 專長      |                   |

## 陸、本計畫可能產生專利智財或可移轉之潛力技術(knowhow)說明

102 年度：

- 1.本計畫可能產生高熔填銲接製程及雙相鋼銲接熱裂防治等可移轉技術，可用於大型組件銲接修補及更換等工作。
- 2.本計畫開發之 SCS-2000 功能安全控制系統，為本所「台灣自主型核能級數位儀控系統技術發展」應用。預計未來可銷售 N 家需要相關產品之業者，如高安全需求工業(如火力發電及石化廠等)之安全儀表系統。

(1)市場需求性：本技術應用範圍廣與市場潛力龐大，依據 ARC

Advisory Group 2010 市場資料顯示，在全球經濟不景氣過後，北美和西歐的安全儀表系統市場已開始恢復。亞洲兩個主要經濟體中國和印度在 2008 年和 2009 年分別輕微受經濟衰退，但他們恢復快速，未來 5 年安全儀表系統市場的平均成長率將超過 9%。在中東地區和俄羅斯，則有一波投資刺激，不僅在石油和天然氣方面預估大幅成長，且大型石化工業也將有增加趨勢。

(2)規模價值及佔有率：以安全儀表系統領域為例，依據 ARC Advisory

Group 2010 市場資料顯示，Invensys 公司是該領域的領導者，該公司的 TROCONEX 品牌提供可靠的產品、系統、服務、完整的安全性解決方案、關鍵控制和渦輪機械應用，自 1983 年成立以來迄今 TRICONEX TMR 控制系統全球安裝數量超過 8000 組。且近年來國內工安故事不斷，造成安全儀表系統市場需求大增，正是國內儀控系統技術佈局的好時機。

- (3)技術替代性：本案推廣銷售之產品於已有美、德、日等國產品在國內外銷售，本產品不具市場獨占性。惟國內其他單位尚處於研究階段，未達商品化要求。國內安全儀表系統使用廠商，目前關鍵設計與技術服務皆需由國外公司授權，本研究可建立國內自主技術及提升產品競爭力。本案經由本所授權及銷售廠商系統軟硬體與相關技術服務，並依據系統規模大小不同收取對應之權利金。
- (4)市場風險性：受原製造商合作備忘錄、國際通路、價格競爭等面向影響。
- (5)國內外推展趨勢：近年來國內工安故事不斷，造成國內安全儀表系統市場需求大增；在國際上，基於工業自動化安全需求及產品市場發展趨勢，目前美洲、歐洲、亞洲、及澳洲等 36 國已將功能安全標準 IEC 61508 系列標準(及其他相關應用標準)制訂為國家標準。

## 柒、與相關計畫之配合

(執行中的合作情形以及未來之合作計畫，若有國際合作關係也請說明。)

102 年度：

- 1.功能安全控制器建構與安全技術評估服務與台塑電子組合作執行，開發 SCS-2000 安全控制系統之實務應用案例示範系統。
- 2.功能安全控制器認證服務與德國 TUV 合作執行，完成 IEC 61508 SIL-3 國際認證。
- 3.參加 PARTRIDGE (Probabilistic Analysis as a Regulatory Tool for Risk Informed Decision Guidance)國際合作計畫，獲得國外核能管路系統機率破裂力學管制發展經驗與最新技術。

## 捌、 後續工作構想之重點

- 1.於現有技術為基礎，擴展相關組件更換銲接工作，提升國內銲接技術。
- 2.因應自主型核能級儀控產業技術與關鍵組件認證平台之建立，可促進國內儀控系統與零組件產業升級，除應用於核電廠外，可擴大應用於其他工業（火力發電、石化廠…等）之高可靠度安全需求相關系統，如：安全儀表系統(Safety Instrumented System, SIS)，完成數位儀控系統安全分析技術開發與實務案例應用示範系統發展，建立核研所執行功能安全之能力與經驗，對台灣工業界日漸增加之功能安全需求，提供輔導與服務。
- 3.使用其他混凝土材料模式(如：cap model)進行混凝土護箱傾倒撞擊意外事故評估。發展更為有效之接觸搜尋及接觸力計算模型，以作為整體乾貯系統之意外撞擊分析。

## 玖、 檢討與展望

- 1.藉由 SCS-2000 通過 IEC 61508:2010 SIL3 認證所累積之經驗，未來將朝通過核能級控制器認證為目標，建立國內自主型核能數位儀控平台技術，藉以輔導國內電子產業，提供核能儀控所需之設備技術能力。
- 2.在執行 SCS-2000 安全控制系統 IEC 61508:2010 的認證下，核能研究所培養數位具備安全功能認證之工程師。並透過參與系統產品的認證過程，實際了解控制系統在功能安全上所必須考量的各項安全議題。因此在儀控系統之發展與驗證能力上累積相當能量，可對台灣工業界日漸增加之功能安全需求，提供相當的協助與服務。

填表人：高良書 聯絡電話：(03)471-1400 轉 6011 傳真電話：(03)471-1404

E-mail：[lskao@iner.gov.tw](mailto:lskao@iner.gov.tw)

主管或主持人簽名：\_\_\_\_\_

## 附件二：GRB 佐證資料表

### 一、學術成就表(1)

|     |                                  |                                        |                                                                                                                                     |      |      | 採西<br>元年<br>如：<br>2005 | 期刊名稱，卷期，頁<br>如：科學發展月刊，409<br>期，頁 6-15                  | a 表國<br>內一般<br>期刊<br>b 表國<br>內重要<br>期刊<br>c 表國<br>外一般<br>期刊<br>d 表國<br>外重要<br>期刊<br>e 表國<br>內研討<br>會<br>f 表國<br>際研討<br>會<br>g 著作<br>專書 | 例如：<br>SCI、<br>SSCI、<br>EI、<br>AHCI、<br>TSSCI |                         | Y1:<br>被論<br>文引<br>用<br>Y2:<br>被專<br>利引<br>用<br>N:否 | Y:有<br>獲獎<br>N:否 |          |
|-----|----------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------|------------------|----------|
| 年度  | 計畫<br>名稱                         | 中文題名                                   | 英文題名                                                                                                                                | 第一作者 | 其他作者 | 發表<br>年度               | 論文出處                                                   | 文獻類<br>別代碼                                                                                                                             | 重要期刊<br>資料庫簡<br>稱                             | SCI<br>impact<br>factor | 引用<br>情形<br>代碼                                      | 獲獎<br>情形<br>代碼   | 獎項<br>名稱 |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 沸水式反應器粒子群最佳<br>化演算法與局部搜尋方法<br>之控制棒佈局設計 | Automatic boiling water<br>reactor control rod pattern<br>design using particle<br>swarm optimization<br>algorithm and local search | 王政德  | 林○   | 2013                   | NUCLEAR<br>ENGINEERING<br>AND DESIGN                   | d                                                                                                                                      | SCI                                           | 0.765                   | N                                                   | N                |          |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | Alloy 52M 銲接於 CF8A<br>鑄造不銹鋼之熱裂防治對<br>策 | Mitigation of Hot Cracking<br>of Alloy 52M Overlay on<br>the Cast Stainless Steel<br>CF8A                                           | 施詠仁  |      | 2013                   | SCIENCE AND<br>TECHNOLOGY OF<br>WELDING AND<br>JOINING | d                                                                                                                                      | SCI                                           | 1.735                   | N                                                   | N                |          |

|     |              |                                                              |                                                                                                      |     |                          |      |                                                                 |   |     |       |   |   |  |
|-----|--------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------|------|-----------------------------------------------------------------|---|-----|-------|---|---|--|
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | PWR 的動態分析模式的建立                                               | CONSTRUCTION OF AN ELEMENTARY MODEL FOR THE DYNAMIC ANALYSIS OF A PRESSURIZED WATER REACTOR          | 蔡○堯 | 施○寬<br>王仲容               | 2013 | TRANSACTIONS OF THE CANADIAN SOCIETY FOR MECHANICAL ENGINEERING | d | SCI | 0.188 | N | N |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | TRACE 的 DEG 大破口之 CCFL 靈敏度分析研究                                | Sensitivity study on the counter-current flow limitation in the DEG LBLOCA with the TRACE code       | 陳○宇 | 施○寬<br>王仲容<br>林浩慈        | 2013 | ANNALS OF NUCLEAR ENERGY                                        | d | SCI | 0.905 | N | N |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 燃料棒熱性質之 CFD 結合 Visual Basic 分析研究                             | Using CFD Couple with Visual Basic to Investigate the Thermal Behavior for Fuel Rod Bowing Problem   | 林○耕 | 王仲容<br>曾永信<br>張○恩        | 2013 | Advanced Materials Research                                     | d | EI  |       | N | N |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 核一廠用過燃料池之 TRACE/FRAPCON-3.4 分析核一廠用過燃料池之 TRACE/FRAPCON-3.4 分析 | The Spent Fuel Pool Analysis Of Chinshan Nuclear Power Plant By Using TRACE/FRAPCON-3.4              | 王仲容 | 林浩慈<br>李○芸<br>陳○智<br>施○寬 | 2013 | Advanced Materials Research                                     | d | EI  |       | N | N |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 核三廠蒸汽管路斷裂下圍阻體內冷卻風扇之熱傳計算                                      | Containment fan cooler heat transfer calculation during main steam line break for Maanshan PWR plant | 苑穎瑞 | 高良書                      | 2013 | NUCLEAR ENGINEERING AND DESIGN                                  | d | SCI |       | N | N |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 核一廠用過燃料池之 TRACE/FRAPTRAN 分析研究                                | Application of TRACE and FRAPTRAN in the Spent Fuel Pool of Chinshan Nuclear Power Plant             | 王仲容 | 林浩慈<br>李○芸<br>陳○文<br>施○寬 | 2013 | Applied Mechanics and Materials                                 | d | EI  |       | N | N |  |
| 102 | 核能           | 龍門核電廠之 LAPUR6                                                | LAPUR6 Stability                                                                                     | 林浩慈 | 王仲容                      | 2013 | Applied Mechanics                                               | d | EI  |       | N | N |  |



|     |                                  |                                       |                                                                                                                                      |     |                                      |      |                                                            |   |     |       |   |   |  |
|-----|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------|------|------------------------------------------------------------|---|-----|-------|---|---|--|
|     | 技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構       | 穩定性分析研究                               | Analysis on Power/Flow<br>Map of Lungmen ABWR                                                                                        |     | 陳○宇<br>陳○萱<br>施純寬                    |      | and Materials                                              |   |     |       |   |   |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 台灣核能數位安全儀控系<br>統發展與應用                 | The development and<br>application of Nuclear<br>Digital Instrumentation<br>and Control (NDI&C)<br>System in Taiwan                  | 徐獻星 | 李春林<br>陳昌國                           | 2013 | 第二屆中國(國際)核<br>電儀控技術大會<br>(2013)                            | f |     |       | N | N |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 進步型核能電廠主控制室<br>自動化特徵之人因工程評<br>估       | The HFE Evaluation on<br>Automation Features of<br>Advanced Nuclear Power<br>Plants                                                  | 謝宗霖 | 鄭宗杰<br>黃揮文                           | 2013 | 第二十屆人因工程學<br>會年會暨學術研討                                      | f |     |       | N | N |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 即時應力與探測電荷汲取<br>以測量高介電閘金氧半電<br>晶體之界面陷阱 | Detection of<br>Stress-Induced Interface<br>Trap in High-k gated<br>nMOSFETs with<br>Real-Time<br>Stress-and-Sense Charge<br>Pumping | 呂○章 | 張○貴<br>術<br>蔡○桓<br>王○戈<br>柯學超<br>徐耀東 | 2013 | IEEE ELECTRON<br>DEVICE LETTERS                            | d | SCI | 2.849 | N | N |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 向量式有限元分析薄殼非<br>線性動力問題                 | Dynamic nonlinear<br>analysis of shell structures<br>using a vector form<br>intrinsic finite element                                 | 吳東岳 |                                      | 2013 | Engineering<br>Structures                                  | d | SCI | 1.713 | N | N |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 龍門電廠 RHR 注回管高<br>度對於抑壓池溫度之影響          | Effects of the RHR Return<br>Line Elevation to the<br>Suppression Pool<br>Temperature of the<br>Lungmen ABWR<br>Containment          | 陳彥旭 | 林恩聖<br>苑穎瑞                           | 2013 | 21st International<br>Conference on<br>Nuclear Engineering | f |     |       | N | N |  |
| 102 | 核能<br>技術                         | 核一廠用過燃料池在喪失<br>冷卻時的熱流暫態變化             | Loss of Cooling Thermal<br>Analysis for the Spent Fuel                                                                               | 苑穎瑞 | 陳彥旭<br>林恩聖                           | 2013 | 21st International<br>Conference on                        | f |     |       | N | N |  |

|     |                                  |                                                |                                                                                                       |     |                          |      |                                      |   |     |       |   |   |  |
|-----|----------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------|------|--------------------------------------|---|-----|-------|---|---|--|
|     | 產業<br>化平<br>台之<br>建構             |                                                | Pool of the Chinshan<br>Nuclear Power Plant                                                           |     |                          |      | Nuclear Engineering                  |   |     |       |   |   |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 國聖馬克三型圍組體分析<br>-使用 GOTHIC                      | Kuosheng Mark III<br>Containment Analyses<br>Using GOTHIC                                             | 林恩聖 | 陳彥旭<br>苑穎瑞               | 2013 | NUCLEAR<br>ENGINEERING AND<br>DESIGN | d | SCI | 0.765 | N | N |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 龍門核電廠之 SCRRI 與<br>RIP 的 TRACE/PARCS 研<br>究分析 R | Assessing the SCRRI and<br>RIP runback performances<br>of TRACE/PARCS for<br>Lungmen ABW              | 張○穎 | 馮○盛<br>王仲容<br>施○寬        | 2013 | Annals of Nuclear<br>Energy          | d | SCI | 0.905 | N | N |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 核一廠之 TRACE 模式發<br>展與應用                         | The Development and<br>Application of TRACE<br>Model for Chinshan<br>Nuclear Power Plant              | 王仲容 | 林浩慈<br>陳○智<br>施○寬        | 2013 | Nuclear Engineering<br>and Design    | d | SCI | 0.765 | N | N |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 核一廠用過燃料池之<br>TRACE/CFD/FRAPTRAN<br>分析          | The analysis of<br>TRACE/CFD/FRAPTRAN<br>in the spent fuel pool of<br>Chinshan nuclear power<br>plant | 王仲容 | 林浩慈<br>曾永信<br>李○芸<br>施○寬 | 2013 | Annals of Nuclear<br>Energy          | d | SCI | 0.905 | N | N |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | TRACE 與 DAKOTA 之<br>IIST 設施的 SBLOCA 不<br>準度分析  | The Uncertainty Analysis<br>of SBLOCA for IIST<br>Facility by Using TRACE<br>and DAKOTA               | 王仲容 | 蔡○鈺<br>林浩慈<br>施純寬        | 2013 | Annals of Nuclear<br>Energy          | d | SCI | 0.905 | N | N |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業                   | 龍門核電廠之喪失飼水加<br>熱暫態的 TRACE/PARCS<br>研究          | The Loss of Feedwater<br>Heater Transient Analysis<br>of Lungmen ABWR by<br>Using TRACE/PARCS         | 王仲容 | 馮○盛<br>林浩慈<br>施○寬        | 2013 | KERNTECHNIK                          | d | SCI | 0.238 | N | N |  |

|     |              |                                             |                                                                                                                   |     |                          |      |                                      |   |     |       |   |   |  |
|-----|--------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------|------|--------------------------------------|---|-----|-------|---|---|--|
|     | 化平台之建構       |                                             |                                                                                                                   |     |                          |      |                                      |   |     |       |   |   |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 核三廠之 SBO 暫態與電廠策略的 TRACE 分析                  | The SBO Accident and Mitigation Strategy Analysis of Maanshan PWR by Using TRACE                                  | 王仲容 | 黃○群<br>林浩慈<br>施純寬        | 2013 | Nuclear Engineering and Design       | d | SCI | 0.765 | N | N |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 龍門核電廠之三個 RIP 與 HPCF 誤起動暫態的 TRACE/PARCS 研究分析 | The 3 RIPs Trip and HPCF Inadvertent Startup Transient Analysis of Lungmen ABWR by Using TRACE/PARCS              | 王仲容 | 張○穎<br>林浩慈<br>施純寬        | 2013 | KERNTECHNIK                          | d | SCI | 0.238 | N | N |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 龍門核電廠之功率/流量圖的穩定性分析                          | Analysis on Power/Flow Map of Lungmen ABWR                                                                        | 陳○宇 | 王仲容<br>林浩慈<br>施○寬<br>謝○倫 | 2013 | Proceedings of ICAPP 2013            | f |     |       | N | N |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 龍門核電廠之 ATWS 的 TRACE 分析 nt                   | ATWS Analysis Of Lungmen ABWR For MSIV Closure Transie                                                            | 何○玲 | 王仲容<br>林浩慈<br>施純寬        | 2013 | ENYGF                                | f |     |       | N | N |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 核三廠之喪失飼水暫態的輔助飼水性能 TRACE 分析                  | TRACE Analysis of Auxiliary Feedwater Capacity for Maanshan PWR Loss-of-Normal-Feedwater Transient                | 陳○豪 | 王仲容<br>林浩慈<br>施○寬        | 2013 | Annual Meeting on Nuclear Technology | f |     |       | N | N |  |
| 102 | 核能技術產業化平     | TRACE 的核一廠破口大小之靈敏度分析研究                      | Sensitivity Study on Different Break Size with Only High Pressure ECC System Available Using TRACE Chinshan Model | 陳○宇 | 施○寬<br>王仲容<br>林浩慈        | 2013 | NURETH-15                            | f |     |       | N | N |  |

|     |                                  |                                   |                                                                                                |     |                          |      |                          |   |     |       |   |   |  |
|-----|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------|------|--------------------------|---|-----|-------|---|---|--|
|     | 台之<br>建構                         |                                   |                                                                                                |     |                          |      |                          |   |     |       |   |   |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 龍門核電廠之喪失飼水加熱暫態的 TRACE/PARCS 分析    | Analysis of Loss of Feedwater Heater Transients for Lungmen ABWR by TRACE/PARCS                | 馮○盛 | 王仲容<br>林浩慈<br>江○全<br>施○寬 | 2013 | NURETH-15                | f |     |       | N | N |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 龍門核電廠之 HPCF 誤起動暫態的 TRACE/PARCS 分析 | TRACE/PARCS 3-D Modeling on Core in Inadvertent HPCF Startup Transient for Lungmen ABWR        | 張○穎 | 王仲容<br>林浩慈<br>施○寬        | 2013 | NURETH-15                | f |     |       | N | N |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | IIST 設施之 loop-seal 的 TRACE 分析     | TRACE Analysis of the IIST Loop-Seal Experiment Benchmark                                      | 楊○華 | 王仲容<br>林浩慈<br>施○寬        | 2013 | NURETH-15                | f |     |       | N | N |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 核一廠之增壓暫態的 TRACE 分析                | TRACE Modeling of the Increase in Reactor Pressure Transients for Chinshan BWR/4               | 陳○智 | 王仲容<br>林浩慈<br>張○杰<br>施○寬 | 2013 | NURETH-15                | f |     |       | N | N |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | TRACE 的核三廠之 SBO 暫態與電廠策略的研究        | TRACE Code Analyses for Station Blackout Mitigation Strategy in Maanshan Nuclear Power Station | 黃○群 | 王仲容<br>林浩慈<br>施○寬        | 2013 | NURETH-15                | f |     |       | N | N |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之       | 龍門電廠 ABWR 圍阻體長程溫壓分析與抑壓池混合效應 ent   | Long-Term Containment Analysis and Suppression Pool Mixing of Lungmen ABWR Containm            | 陳彥旭 | 苑穎瑞                      | 2013 | ANNALS OF NUCLEAR ENERGY | d | SCI | 0.905 | N | N |  |

|     |              |                                    |                                                                                                       |                 |                                                                                                         |      |                                                                         |   |     |       |   |   |  |
|-----|--------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------|---|-----|-------|---|---|--|
|     | 建構           |                                    |                                                                                                       |                 |                                                                                                         |      |                                                                         |   |     |       |   |   |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | Mn 與 Nb 添加對 Ni-Cr-Fe 異質銲道組織及機械性質影響 | Effects of Mn and Nb on the Microstructure and Mechanical Properties of Ni-Cr-Fe Dissimilar Welds     | 鄭勝隆             | 李○登<br>郭○源                                                                                              | 2013 | SCIENCE AND TECHNOLOGY OF WELDING AND JOINING                           | d | SCI | 1.735 | N | N |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 以新方法研究離子交換樹脂之滲出物                   | New Method of Study on the Leachable Behavior of Cation Exchange Resin                                | 高大宇             | 陳亮丞<br>溫冬珍<br>沈四杰                                                                                       | 2013 | Journal of Nuclear Science and Technology                               | d | SCI | 1.033 | N | N |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 大型複雜系統運轉安全有關人因與自動化議題               | Human Factors and Automation Issues in the Safe Operation of Complex and Large-Scale Systems          | 楊智偉             | 鄭宗杰                                                                                                     | 2013 | NUCLEAR ENGINEERING AND DESIGN                                          | d | SCI | 0.805 | N | N |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 利用電腦斷層進行凝膠劑量劑之特性評估                 | Evaluating the Characteristics of a Novel DEMBIG Gel Dosimeter Using Computed Tomography              | Tian Y.<br>Shih | Cheng T.<br>Shih<br>Yuan J.<br>Chang<br>Chun Y.<br>Yu<br>Bor T.<br>Hsieh<br>Ji A.<br>Liang<br>張淑君<br>吳杰 | 2013 | IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE                                    | d | SCI | 1.219 | N | N |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 核電廠陽離子交換樹脂滲出物研究                    | STUDY ON THE LESCHABLE BEHAVIOR OF CATION EXCHANGE RESIN USED IN TAIPOWER NUCLEAR POWER PLANTS (NPPs) | 高大宇             | 陳亮丞<br>溫冬珍<br>沈四杰                                                                                       | 2013 | Water Chemistry and Corrosion in Nuclear Power Plants in Asia (AWC2013) | f |     |       | N | N |  |
| 102 | 核能           | 核二廠腐蝕產物特性分析                        | Study on Characteristics                                                                              | 施宇鴻             | 蔡郁德                                                                                                     | 2013 | Water Chemistry and                                                     | f |     |       | N | N |  |

|     |                                  |                                      |                                                                                                                                              |     |                   |      |                                                                                  |   |     |       |   |   |  |
|-----|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------------|------|----------------------------------------------------------------------------------|---|-----|-------|---|---|--|
|     | 技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構       |                                      | Analyses and Identification<br>Method of Corrosion<br>Product in Kuo-Sheng<br>Plants Condensates                                             |     | 沈四杰<br>朱方         |      | Corrosion in Nuclear<br>Power Plants in Asia<br>(AWC2013)                        |   |     |       |   |   |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 核二廠爐水矽土控制經驗                          | Experiences on Control of<br>Reactor Water Silica for<br>Kuo-Sheng Nuclear Power<br>Plant                                                    | 陳亮丞 | 溫冬珍               | 2013 | Water Chemistry and<br>Corrosion in Nuclear<br>Power Plants in Asia<br>(AWC2013) | f |     |       | N | N |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | ABWR 管路材質與電化<br>學腐蝕電位研究              | The study of<br>electrochemical corrosion<br>behavior on piping<br>materials of advanced<br>boiling water reactors<br>(ABWRs)                | 蔡郁德 | 施宇鴻               | 2013 | Water Chemistry and<br>Corrosion in Nuclear<br>Power Plants in Asia<br>(AWC2013) | f |     |       | N | N |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 台灣核電廠之水化學應用<br>現況                    | CURRENT STATUS OF<br>RESEARCH AND<br>WATER CHEMISTRY<br>APPLICATION IN<br>NUCLEAR POWER<br>PLANTS IN TAIWAN                                  | 溫冬珍 | 門立中               | 2013 | Water Chemistry and<br>Corrosion in Nuclear<br>Power Plants in Asia<br>(AWC2013) | f |     |       | N | N |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 不同肥粒鐵含量對鑄造不<br>銹鋼在高溫水環境應力腐<br>蝕特性之影響 | Effect of $\delta$ -ferrite content<br>on the SCC behavior of<br>cast austenitic stainless<br>steel in high-temperature<br>water environment | 賴建霖 | 黃俊源<br>呂文豐        | 2013 | Corrosion                                                                        | d | SCI | 1.7   | N | N |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 第 6 型沸水式反應器腐蝕<br>特性研究                | Study on characteristics<br>analyses and identification<br>method of corrosion<br>product in boiling water<br>reactor (BWR-6)<br>condensates | 施宇鴻 | 蔡郁德<br>溫冬珍<br>沈四杰 | 2013 | JOURNAL OF<br>NUCLEAR SCIENCE<br>AND<br>TECHNOLOGY                               | d | SCI | 1.033 | N | N |  |
| 102 | 核能<br>技術                         | 強健主動式佇列管理應用<br>於一種隨機 TCP/AQM 系       | Robust Active Queue<br>Management Control                                                                                                    | 陳昌國 |                   | 2013 | JOURNAL OF<br>COMMUNICATIONS                                                     | d | SCI | 0.309 | N | N |  |

|     |                                  |                      |                                                                  |     |                                 |      |                                               |   |     |       |   |   |  |
|-----|----------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------|------|-----------------------------------------------|---|-----|-------|---|---|--|
|     | 產業<br>化平<br>台之<br>建構             | 統                    | Design for a Class<br>Stochastic TCP/AQM<br>System               |     |                                 |      | AND NETWORKS                                  |   |     |       |   |   |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 混合可靠度方法應用於功<br>能安全設計 | Functional Safety Design<br>Using Hybrid Reliability<br>Approach | 林柏廷 | 劉益宏<br>周佑誠<br>徐獻星<br>陳昌國<br>李春林 | 2013 | Reliability<br>Engineering & System<br>Safety | d | SCI | 1.901 | N | N |  |

## 二、培育人才表(3) (參與本計畫博碩士研究生基本資料)

|     |                                  |     | a 博士<br>b 碩士 | a 培育<br>b 培訓 |                              |      |    |        | 升學(A)<br>服役(B)<br>待業(C)<br>其他(D)服務機<br>構名稱 |        |    |
|-----|----------------------------------|-----|--------------|--------------|------------------------------|------|----|--------|--------------------------------------------|--------|----|
| 年度  | 計畫<br>名稱                         | 姓名  | 學歷<br>代碼     | 屬性           | 所屬執行<br>計畫名稱<br>(專題研究<br>計畫) | 連絡地址 | 電話 | E-MAIL | 已畢業博碩士                                     | 服務機構名稱 | 備註 |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 辜○庭 | a            | b            |                              |      |    |        | (A)                                        |        |    |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 何○玲 | a            | b            |                              |      |    |        | (A)                                        |        |    |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 馮○盛 | b            | b            |                              |      |    |        | (B)                                        |        |    |

|     |                                  |     |   |   |  |  |  |  |     |  |  |
|-----|----------------------------------|-----|---|---|--|--|--|--|-----|--|--|
|     | 台之<br>建構                         |     |   |   |  |  |  |  |     |  |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 陳○宇 | b | b |  |  |  |  | (B) |  |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 洪○育 | a | b |  |  |  |  | (A) |  |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 黃○凱 | b | b |  |  |  |  | (A) |  |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 彭○嘉 | b | b |  |  |  |  | (A) |  |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 吳○廷 | b | b |  |  |  |  | (A) |  |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之       | 林○晟 | b | b |  |  |  |  | (A) |  |  |



|     |              |     |   |   |  |  |  |  |     |  |  |
|-----|--------------|-----|---|---|--|--|--|--|-----|--|--|
|     | 建構           |     |   |   |  |  |  |  |     |  |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 陳○樺 | b | b |  |  |  |  | (A) |  |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 呂○章 | a | b |  |  |  |  | (A) |  |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 賴○舜 | b | b |  |  |  |  | (A) |  |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 黃○翔 | b | b |  |  |  |  | (A) |  |  |

## 三、智財資料表(8)

|  |  |  |                               |                                           |  |  |  |  |  |                         |                         |                              |  |  |  |  |
|--|--|--|-------------------------------|-------------------------------------------|--|--|--|--|--|-------------------------|-------------------------|------------------------------|--|--|--|--|
|  |  |  | a 發明<br>b 專利<br>c 新式樣<br>d 商標 | a 中華民國<br>b 美國<br>c 歐洲<br>d 其他<br>(填國家名稱) |  |  |  |  |  | 採西元年<br>月 如：<br>2005/01 | 採西元年<br>月 如：<br>2005/01 | a 申請<br>b 獲證<br>c 應用<br>d 移轉 |  |  |  |  |
|--|--|--|-------------------------------|-------------------------------------------|--|--|--|--|--|-------------------------|-------------------------|------------------------------|--|--|--|--|

|     |                                  |                                      | d 著作<br>智財     |            |            |          |            |                               |                                |             |             |    |         |          |               |    |
|-----|----------------------------------|--------------------------------------|----------------|------------|------------|----------|------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------|-------------|----|---------|----------|---------------|----|
| 年度  | 計畫<br>名稱                         | 專利名稱                                 | 專利<br>類別<br>代碼 | 授予國<br>家代碼 | 申請<br>日期   | 獲准<br>日期 | 證書<br>號碼   | 發明人                           | 專利<br>權人                       | 有效期間<br>(起) | 有效期間<br>(迄) | 屬性 | 申請<br>人 | 應用對<br>象 | 移轉權利金<br>(仟元) | 備註 |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 雙流體儲<br>放電結構                         | a              | b          | 2013/02/01 |          | 13/756,700 | 張慧良<br>張榕修                    | 行政院<br>原子能<br>委員會<br>核能研<br>究所 |             |             | a  |         |          |               |    |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 核電廠放<br>射性鐵氧<br>化物非結<br>晶型結構<br>分離方法 | a              | b          | 2013/04/24 |          | 13/869,274 | 施宇鴻<br>溫冬珍<br>高大宇<br>蔡郁德      | 行政院<br>原子能<br>委員會<br>核能研<br>究所 |             |             | a  |         |          |               |    |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 派屈網路<br>應用於時<br>間確定性<br>之系統方<br>法    | a              | a          | 2013/5/15  |          |            | 陳昌國<br>洪勁宇<br>李春林<br>徐獻星      | 行政院<br>原子能<br>委員會<br>核能研<br>究所 |             |             | a  |         |          |               |    |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 液位計檢<br>測裝置及<br>其檢測方<br>法            | a              | a          | 2010/6/3   |          | I407084    | 柯學超<br>歐陽啟<br>能<br>彭武豪<br>徐耀東 | 行政院<br>原子能<br>委員會<br>核能研<br>究所 |             |             | b  |         |          |               |    |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 利用切片<br>取樣評估<br>電纜老劣<br>化之方法         | a              | a          | 2013/7/23  |          |            | 徐耀東                           | 行政院<br>原子能<br>委員會<br>核能研       |             |             | a  |         |          |               |    |

|     |                                  |                            |   |   |            |  |         |                   |                                |  |  |   |  |  |  |  |
|-----|----------------------------------|----------------------------|---|---|------------|--|---------|-------------------|--------------------------------|--|--|---|--|--|--|--|
|     | 台之<br>建構                         |                            |   |   |            |  |         |                   | 究所                             |  |  |   |  |  |  |  |
| 102 | 核能<br>技術<br>產業<br>化平<br>台之<br>建構 | 用於用過<br>核燃料乾<br>式貯存之<br>裝置 | a | a | 2008/11/20 |  | I410984 | 程貴仁<br>楊玉堂<br>黃金城 | 行政院<br>原子能<br>委員會<br>核能研<br>究所 |  |  | b |  |  |  |  |

## 四、技術報告表(9)

|     |              |                                 | 作者姓名間以半型分號「;」<br>隔開 | 採西元年<br>如：2005 |    |       |    |
|-----|--------------|---------------------------------|---------------------|----------------|----|-------|----|
| 年度  | 計畫名稱         | 報告名稱                            | 作者姓名                | 出版年            | 頁數 | 出版單位  | 備註 |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 核三廠調壓槽次隔間分析模式計算書                | 李筱雨;戴良哲;<br>陳彥旭     | 2013           | 49 | 核能研究所 |    |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 不銹鋼窄縫銲接程序開發                     | 鄭勝隆;楊明宗             | 2013           | 16 | 核能研究所 |    |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 輻射劑量對數位電子元件之影響                  | 侯復鐘;徐耀東             | 2013           | 31 | 核能研究所 |    |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | SIMULATE-3 程式 ARO 與 ARI 輸入模式計算書 | 林金足                 | 2013           | 23 | 核能研究所 |    |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | SLICK 程式一維動態輸入模式計算書             | 林金足                 | 2013           | 26 | 核能研究所 |    |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 覆銲修理管路完整性評估導則                   | 鄭勝隆;劉如峰;朱厚瑾         | 2013           | 30 | 核能研究所 |    |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 超音波顯微鏡之音速量測技術                   | 林佑儒;李永春             | 2013           | 13 | 核能研究所 |    |

|     |              |                                     |                         |      |     |       |  |
|-----|--------------|-------------------------------------|-------------------------|------|-----|-------|--|
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 核能電廠安全相關馬達驗證技術規範                    | 王灝;徐耀東                  | 2013 | 27  | 核能研究所 |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 龍門電廠區域輻射偵測與非安全流程輻射監測系統設備操作台更新軟體設計規範 | 游原昌;鄭宗杰                 | 2013 | 139 | 核能研究所 |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 安全軟體認證技術之正規方法應用分析                   | 游原昌;鄭宗杰;黃揮文             | 2013 | 72  | 核能研究所 |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 應變規鑽孔法實驗操作程序書                       | 林晉宇;洪毓翔;黃志中             | 2013 | 29  | 核能研究所 |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | BWR 爐心監測系統 CoMoB 使用說明               | 林宗逸                     | 2013 | 38  | 核能研究所 |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 核二廠圍阻體主蒸汽管路斷管短程分析計算書                | 林思聖                     | 2013 | 23  | 核能研究所 |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 核二廠圍阻體主蒸汽管路斷管長程分析計算書                | 林思聖                     | 2013 | 43  | 核能研究所 |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 核三廠二號機 EOC18 調壓槽管嘴異質銲道預覆銲維修服務結案報告   | 李豪勳;朱厚瑾;鄭勝隆;<br>陳俊傑;蘇黛萍 | 2013 | 844 | 核能研究所 |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 臺灣電力公司核三廠主蒸汽管路動力釋壓閥 (PORV)定位器檢證報告書  | 李耀民;柯學超;徐耀東             | 2013 | 93  | 核能研究所 |  |
| 102 | 核能技術產業化平台之建構 | 長期用過核子燃料乾式貯存護箱建議監測項目與方法             | 程貴仁                     | 2013 | 32  | 核能研究所 |  |

### 附件三：102 年度期中審查意見回覆

102 年度科技計畫期中審查意見回覆表

|                                                 |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |
|-------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 計畫名稱                                            | 核能技術產業化平台之建構 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |
| 主管機關                                            | 原子能委員會       | 執行單位                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 核能研究所 |
| 審查意見                                            |              | 回覆說明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |
| 1.建議核四廠、四廠均修正為龍門電廠                              |              | 謝謝委員建議。目前已完成之計畫書與報告名稱將與內容無法變更；但未完成之報告名稱與內容將依據委員建議將核四廠、四廠均修訂為龍門電廠。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |
| 2.請補充說明核燃料濕式及乾式貯存臨界分析方法論與歷年來已建立技術之差異、準確度提升或加值效益 |              | <p>國內三個現役核電廠燃料貯存池均分別經過格架改裝工程，臨界安全分析均由得標廠商 (Holtec、ENSA、Framatome ATEA 等)負責，當初國內尚未建立計算模式，管制單位審查僅能就安全分析報告內容審閱其合理性與保守性，無法做實質驗證確認。本研究基於此，建立 BWR 燃料池 MCNP 程式(比廠商使用程式 KENO 等較為先進)計算模式，確認二者差異是否在合理範圍。此外，本研究亦重新審視廠商方法論有無欠缺保守項目，例如燃耗計算、Gadolinium 不準度等。</p> <p>國內乾式貯存設施核一、二廠都在進行中，核一廠工程案由本所承攬，但設計及安全分析技術基礎則引進美國 NAC 公司 UMS 系統。而核二廠工程案由 NAC 得標，目前仍在申照階段。由於本所已建立核一廠乾式系統計算模式，本研究因之將工作重點放在方法論研究，檢討有無保守度不足疑慮。</p> <p>不論濕式或乾式貯存，必須根據設施之幾何特性與作業程序、環境不同進行保守情境臨界分析。NRC 分別針對濕式、乾式訂定了 Standard Review plan 用以規範廠商安全分析項目，確保分析具有足夠的保守度。</p> |       |

|                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>3.請補充說明核工案例校驗訓練項下成果與本項欲建立參考資料之符合程度，併說明本項及熱流模式訓練參考資料預定建立項目與案例名稱。</p>       | <p>(1)實際核工案例校驗訓練參考資料是應用CFD技術進行「核一廠一號機Cy-25 EOC在大修替代停爐冷卻模式」的熱流分析，以研究核電廠替代停爐冷卻方案之可行性，該案例經與實際量測數據比對後，結果非常接近。</p> <p>(2)熱流模式訓練參考資料預定建立項目除了前述之替代停爐冷卻模式熱流分析外，另已完成的核三廠控制棒導管洩漏分析、核三廠反應器爐心硼酸溶液擴散現象分析、沸水式及應器爐心高壓注水系統(HPCI)注水後之溫度分佈計算。以上所開發之CFD模擬分析技術與方法，亦可作為核工分析案例之訓練教材。</p> |
| <p>4.建議「以實體模型驗證修理銲接技術及程序書可行性」，修正為「以實體模型驗證銲接修理技術及程序書可行性建立」。另本項成果建議歸類為技術報告</p> | <p>(1)本所之研究報告與技術報告於績效成果時皆列為研究報告類別。</p> <p>(2)經與綜計組討論後，因該報告本所已核准也有 INER 編號，以致無法再更改報告類別。</p>                                                                                                                                                                         |
| <p>5.除碳鋼及不鏽鋼外，請補充說明高熔填率銲接技術及相關技術應用於雙相不鏽鋼技術開發之成果</p>                          | <p>(1)高熔填率銲接與雙相不銹鋼焊接參數及程序評估均已完成實驗室內開發與評估。</p> <p>(2)此兩項技術均為大型管嘴覆銲而開發，已經過多次模擬器測試及進行參數調整。</p>                                                                                                                                                                        |
| <p>6.請補充說明相列陣超音波技術於現場驗證之成果，併說明如何於現場進行驗證</p>                                  | <p>(1)參考龍門電廠現場環境及銲道幾何形狀，製作模擬規塊。</p> <p>(2)搭配該模擬規塊，進行相列陣超音波自動化掃描的測試，並依據掃描結果進行各項參數的調整。</p> <p>(3)完成模擬器測試後，將與龍門電廠聯繫，執行相列陣超音波掃描器現場測試，並驗證相關參數。</p>                                                                                                                      |
| <p>7.水化學第一項成果是否已申請國內專利?</p>                                                  | <p>已完成「核電廠放射性鐵氧化物非結晶型結構分離方法」國內專利申請，申請案號101132617。</p>                                                                                                                                                                                                              |

|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8.請補充說明水化學第二項成果與預定目標之符合程度，建議具體說明預定建立技術及規範指引之成果，至於技服案宜列為衍生效益說明 | 已完成對內報告『核能級陽離子交換樹脂瀝出物特性研究』INER-9894，建立樹脂瀝出物總有機碳與硫酸根鑑定新技術，可幫助台電核發處日後更新樹脂採購規範。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 9.提報之研究團隊僅核能儀控及驗證團隊部分，建議檢討整體計畫內新養成建立之團隊                       | <p>本計畫至今(102)年已陸續成立了16個研究團隊或實驗室，核能儀控及驗證團隊僅為今年成立之團隊之一，相關研究團隊之建立說明如下：</p> <p>(1)99 年度建立核能組件焊接與瑕疵探傷 (NDT)技術開發實驗室、銹垢特性鑑定分析實驗室、核能品保與驗證輔導團隊、數位儀控平台發展及認證團隊。</p> <p>(2)100 年度成立核電廠焊接施工團隊、核能組件焊接實驗室、沸水式反應器系統熱水流暫態安全分析團隊、沸水式反應器中子與慢速暫態安全分析團隊、沸水式反應器穩定性安全分析團隊、圍阻體暫態熱水流分析團隊。</p> <p>(3)101 年度建立研發核能級控制器技術團隊、環境驗證團隊、數位儀控系統認證技術團隊。</p> <p>(4)102 年度成立自主型核能級數位儀控系統技術團隊、電磁相容－電力突波與干擾驗證技術團隊、數位儀控系統認證技術團隊。</p> <p>以上16個團隊能涵蓋本分支之相關工作，並可隨時機動、快速因應國內核電廠運轉所需之技術支援，免受國外之技術與商業壟斷。</p> |
| 10.研究報告及技術報告遠低於預定目標，建議加強整理研究成果，併提出相關報告                        | 根據計畫歷年執行經驗，本分支研究報告及技術報告主要產出在第三季與第四季初，目前期中成果低於預定目標為正常現象，預計在第三季即可達到80%以上的年度目標。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>11.本計畫重點應在建立具應用價值之相關技術，故建議調整效益權重配比，如降低學術成就(20%)，增加技術創新及經濟效益部分</p> | <p>本計畫之重點在研發核能相關技術並實質應用在國內核電廠中(如功率提昇、覆銲與乾貯等技術)。但在建立相關實質的應用技術前，亦有等量的學術研究作為基礎；故計畫在學術研究與技術創新的比重上均會佔較高的比重。以國科會現有制式審查的績效指標而言，本計畫在學術成就(論文、研究團隊養成、博碩士培育、研究報告、辦理學術活動)與技術創新(專利、技術報告、技術活動、技術服務)之量化與質化產值上均有實力表現其效益；反觀在經濟效益(促成廠商或產業團體投資、創新產業、提升我國產業全球地位或產業競爭力)與社會影響的指標上較不易突顯。因此，為確保本計畫執行的績效，仍會以原來設定之學術成就 35%，技術創新 35%，經濟效益 20%，社會影響 10%的權重配比。請委員見諒。</p> |
| <p>12.依據表格說明執行率為執行數/流用後預算數，請依據該計算公式修正提報之預算執行率</p>                    | <p>謝謝委員，已於報告中修訂。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>13.建議刪除學術成就論文列表中(1)第一作者非本所計畫成員且無委託計畫之成果者；(2)題目與本計畫無關之論文。</p>      | <p>本計畫現列 11 本 SCI 與 EI 論文中，各第一作者若非本所計畫成員，但亦為參與各子項委託計畫之相關研究人員與教授(蔡炘炘、陳俊宇、林唯耕、呂君章)，且論文研究題目均與本分支計畫相關。本(期中)報告所列之學術論文均合於規範，故無需刪減。</p>                                                                                                                                                                                                            |



## 附件四：102 年度期末審查意見回覆

## 102 年度科技計畫(期末)成果效益報告審查委員意見及回覆表

| 計畫名稱：核能技術產業化平台之建構                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 審查單位：核能研究所                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 審查委員意見                                                                     | 回覆說明                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1.page3 臨界分析應與燃料有關，請說明 VCC 之 MCNP 計算模型與臨界分析之相關性，否則請刪除此項說明。                 | 本年度臨界分析研究重點為乾式貯存，VCC 是 Vertical Concrete Cask 的縮寫，是核一廠使用之燃料乾式貯存護箱，因此建立 MCNP5 分析模式確認臨界安全。                                                                                                                                                                    |
| 2.部分台電計畫成果不宜直接列為本計畫之成果，請整體檢視，並調整僅將其視為本計畫成果應用之衍生效益                          | 本計畫為精進核能技術本土化之基礎研究，並將研究之成果應用在國內核電廠內，故本計畫與台電計畫間有相輔相成的效果。經整體檢視已作適當調整，並將部份台電計畫成果刪除或視為本計畫應用之衍生效益。                                                                                                                                                               |
| 3.page3 二.7 項請補充現場分析成果及其報告                                                 | 已依委員意見修正詳如報告 page3-4。本工作主要為開發核四廠 RIP 瑕疵檢測設備及程序，因新建電廠組件尚無瑕疵，無法驗證設備瑕疵之檢測性能，改以其它方式驗證設備瑕疵現場檢測之能力。影響現場檢測成果的因素包含：空間限制、耦合劑塗佈與回收、探頭及數據擷取量之設定。改以現場空間模擬器測試設備之檢測性能，檢測結果顯示，本所自行設計之探頭可符合檢測需求，惟須設定適當數據擷取量，過多或過少都將造成瑕疵誤判，完整成果皆已寫入研究報告「相位陣列式超音波自動化檢測最佳化研究報告(INER-10002R)」中。 |
| 4.page4 若非必要及重大購案，建議採購案過程不須列入成果說明。另”將於 4 月 3 日...”之說明，建議直接續數最後招標結果         | 感謝委員的意見。已修訂為「完成多功能信號測試系統採購招標作業，並於 9 月 10 日完成交貨驗收」，詳如報告 page4。                                                                                                                                                                                               |
| 5.請再檢視部分審核中報告之說明是否已完成審查登錄                                                  | 唯有「安全控制系統(SCS-2000)數位儀控平台認證技術之硬體錯誤植入案例分析與研究」關鍵報告 1 篇，目前為紙本審查中。                                                                                                                                                                                              |
| 6.page4 請補充說明三.9 認證報告係驗證測試技術能力之認證或執行委託計畫之實體產品認證?若屬前者，請補充認證號碼。若屬後者請依意見 2 處理 | 感謝委員的意見。認證報告係驗證測試技術能力之認證，已修訂為「完成儀控平台 IEC-61508 (2010) SIL-3 認證所需之環境驗證測試完整技術能力建置及認證報告」，詳如報告 page4。                                                                                                                                                           |
| 7.page4 三.11 項之說明顯示成果與預期目標                                                 | 感謝委員的意見。將說明「由於本年度目標                                                                                                                                                                                                                                         |

|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 略有差異，應將差意說明於差異分析欄，另 page3 二.7 項若未執行現場測試，亦應說明其差異。              | 在於建立嚴酷環境驗證能量，但油漆塗料開發及輻射照射需時較長(20 個月)，故以執行的定位器檢證報告(含嚴酷環境驗證)作為替代，俟輻射照射完成後再出具報告」列入差異分析中，詳如報告 page5。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 8.page10 請補充說明核能零組件規範與馬達驗證技術規範之相關性，另本項及下項有關台電應用成果，不宜直接列為本計畫成果 | 感謝委員的意見。核能零組件包含種類繁多，如熔絲、斷路器、電纜、馬達等，本年度建立以馬達為對象，探討其驗證之技術規範。另外有關台電應用成果，已依委員意見將其刪除，詳如報告 page11。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 9.page11 請補充說明以 3 維及 2 為分析輻射源項結果之差異，並加以評析其不準度                 | 感謝審查委員意見與指導，修正效益報告內文說明之筆誤，SAS2H 為一維屏蔽分析控制模組，具有射源項建構功能與簡易一維屏蔽計算之能力。本研究完成 TRITON 之模型建立並與一維(非效益報告內筆誤所提及之二維)屏蔽分析控制模組 SAS2H 進行比對，而 SAS2H 為現行 NRC 認可，且為 NUREG-1567 與 NUREG-1536 所推薦使用於乾式貯存設施射源項評估工具。<br>本研究完成現行國內沸水式反應器所使用的 ATRIUM 10 燃料組件之三維模型建立，以虛擬的運轉條件進行射源項評估，並與傳統使用 SAS2H 所評估出的燃料中子射源與燃料光子射源進行比較。其假設運轉條件如下：總燃耗為 44.6 GWd/MtU，平均初始鈾濃縮度為 3.508 wt%，運轉功率 5.5 MW，冷卻時間 5 年。SAS2H 評估結果，燃料中子約為 10 的 8 次方數量級，而燃料加馬約為 10 的 15 次方數量級。TRITON 三維模組評估結果，其中燃料中子部分約增加 2 成左右，而燃料加馬部分修正幅度不大，其蒙地卡羅計算之不確定度在 5%以內。結果顯示燃料加馬跟燃耗總量密切相關，對於多維度幾何修正結果影響不大；對燃料中子射源項而言，因受軸向緩和劑密度變化影響中子暖化效果，所以多維度幾何分析技術可掌握爐心中子通量之空間特性，對後續用過核子燃料關鍵核種盤存量評估極具助益。 |
| 10.page14 ”雙流體儲放電結構”之專利應非本計畫成果請確認或補充說明                        | 該專利之發想源於水化學系統內之電化學問題之應用與解決，因同時可於儲放電方面應用，具有產業利用之價值，故申請專利。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 11.page24 102 年度成果第一項說明，100 年度應修正為 102 年度                     | 謝謝委員指正，已修正詳如報告 page24。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 12.page24 第 6 項 TNICS→TaiNICS                                 | 謝謝委員指正，已修正詳如報告 page24。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13.page32 102 年度成果第 3 項說明，100 年度應修正為 102 年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 謝謝委員指正，已修正詳如報告 page32。                                                                                                                                              |
| 14.page38 請檢討以本計畫成果來支持台電採購樹脂之適宜性                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 謝謝委員指正，已修正詳如報告 page38。                                                                                                                                              |
| 15.page42 第 4 項將低→降低                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 謝謝委員指正，已修正詳如報告 page42。                                                                                                                                              |
| 16.page45 請於差異分析補充說明最新結報數、佔比及尚待結報之金額與佔比                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 已更新為主計室預算查詢系統數據，詳如報告 page45-46。                                                                                                                                     |
| 17.問題 1 有關建立核一廠 VCC 之 MCNP 模型以確認臨界安全之說明，請再釐清<br>(1)誠如原問題說明，臨界安全最主要是待貯存燃料之特性，包括原始濃縮度、燃耗度、冷卻時間、幾何結構及於貯存罐內之布局，且因應執照申請，臨界分析已採取許多保守之假設，本處再建立 MCNP 之 VCC 模型，以分析確認核一廠乾貯系統臨界安全之目的及必要性為何??若本計畫已完成分析，請說明比較本次臨界分析結果與原執照申請時分析結果，並檢討各參數之影響程度及其重要性。<br>(2)核一廠乾貯系統執照申請時，亦已利用 MCNP 分析該系統之臨界安全，請說明本次分析與原分析條件、參數及結果之差異<br>(3)核一乾貯系統已取得主管機關之安全執照，正待其他干擾因素解決後，即可進行熱測試，重新進行臨界安全確認分析之原因及必要性為何??分析結果如何運用? | (1)本計畫 102 年度僅規劃建立 VCC 計算模型，培養管制機關實質審查能力。並未針對核一廠乾式貯存護箱進行細部臨界分析。<br>(2)如前。<br>(3)若無其他新的發現或爭議，應不必要重新分析。                                                               |
| 18.問題 3 有關相陣列超音波應用於核四廠 RIP 檢測之說明建議<br>(1)計畫規劃應加強其可執行性及效益性<br>(2)針對現場高劑量、狹窄空間等不利條件之現場檢測，除有效、可靠之檢測                                                                                                                                                                                                                                                                                   | (1)因空間限制及銲道檢測要求，國內有必要發展核四廠 RIP 檢測之技術。於設備於完成 MOCKUP 測試後，本計劃原已聯繫好進現場進行運轉測試，後因其他因素，而遭電廠婉拒。若現場允許的話，本計劃亦可於年度工作許可內，前往進行測試。<br>(2)目前所內建置 MOCKUP 已比照現場最嚴苛條件(除現場高劑量外)製作，後續現場 |

|                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 技術外，尚須建立具現場環境相似性之 MOCKUP                                                                                                                                                                    | 若仍有其他檢測要求，計畫將修改或重新製作與現場環境極高相似度之 MOCKUP。                                                                                                              |
| <p>19.問題 10 有關"雙流體儲放電結構"專利之成果</p> <p>(1)請確認本項成果與本計畫之相關性，及以本計畫經費支援該專利之合理性</p> <p>(2)請補充說明本項專利使用之電解液及離子介質系統，並說明其與核電廠水化學之相關性</p> <p>(3)請確認該項成果未顯現於其他計畫提報成果資料</p> <p>(4)若仍須提報本項成果，請提供本項專利之概</p> | <p>"雙流體儲放電結構"專利，只為本計畫之副產物，由於該發明構想源於水化學之分支(電化學)問題之靈感，因此使用本計畫經費支援，該成果專屬於本計畫，從未提報或登記為其他計畫成果資料，該專利為屬於本計畫之副產物成果。另補充說明該專利所申請的是"結構專利"，並未限制所使用之電解液或離子介質。</p> |
| <p>20.問題 14 新修正內容仍顯示以政府計畫幫台電採購案背書，尚有不妥，建議再檢討修正，如</p> <p>(1)台電核發處→國內</p> <p>(2)刪除故可支持核電廠使用新採購之樹脂。等字句</p>                                                                                     | <p>謝謝委員指正，已修正詳如報告 page38 及 44。</p>                                                                                                                   |