

行政院原子能委員會 99 年度  
政府科技計畫(期末)成果效益報告  
(99.1.1 ~ 99.12.31)

計畫名稱：執行老舊核設施清理作業計畫

執行期間：

全 程：自 99 年 01 月 01 日至 102 年 12 月 31 日 止

本年度：自 99 年 01 月 01 日至 99 年 12 月 31 日 止

主辦單位：核能研究所



## 目 錄

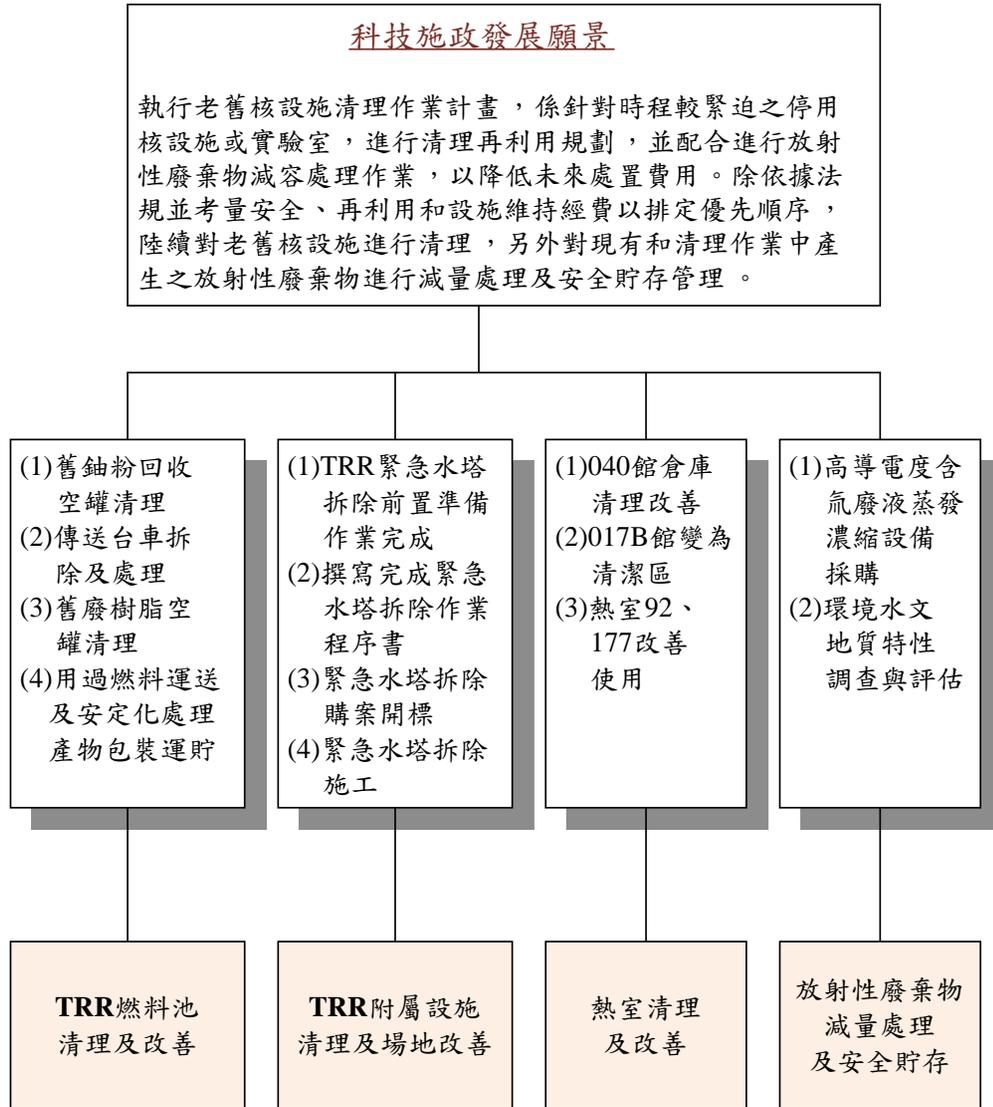
壹、科技施政重點架構圖 .....	1
貳、基本資料 .....	2
參、計畫目的、計畫架構與主要內容 .....	2
一、計畫目的與預期成效 .....	2
二、計畫架構(含樹狀圖).....	3
三、計畫主要內容 .....	4
四、計畫執行情形及績效成果 .....	6
(一)全程目標及執行成果 .....	6
(二)工作進度—本年度預期目標及達成情形 .....	8
(三)計畫工作項目實施步驟或研究方法 .....	10
肆、計畫經費與人力執行情形 .....	12
一、計畫經費執行情形： .....	12
(一)計畫結構與經費 .....	12
(二)經費門經費表 .....	13
二、計畫人力運用情形： .....	14
(一)計畫人力(人年).....	14
(二)主要人力投入情形(副研究員級以上).....	15
伍、計畫已獲得之主要成果與重大突破 (含量化成果 output).....	17
一、本計畫重要成果及重大突破 .....	17
二、績效指標項目初級產出、效益及重大突破 .....	19
陸、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome).....	20
一、學術成就(科技基礎研究)(權重 10%) .....	20
二、技術創新(科技整合創新)(權重 30%) .....	20
三、經濟效益(產業經濟發展)(權重 20%) .....	20
四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重 20%) .....	20
五、其它效益(科技政策管理及其它)(權重 20%) .....	20
柒、本計畫可能產生專利或可移轉之潛力技術說明 .....	22
捌、與相關計畫之配合 .....	22
玖、後續工作構想之重點 .....	22
壹拾、檢討與展望 .....	23

附錄一、佐證資料表 .....	25
附錄二、佐證圖表 .....	27
附錄三、99 年度期末審查意見回覆 .....	33

# 第二部分：政府科技計畫成果效益報告

## 壹、科技施政重點架構圖

策略  
績效  
目標  
——  
績效  
衡量  
指標  
——  
執行  
措施  
(綱  
要  
計  
畫)



## 貳、基本資料

計畫名稱：執行老舊核設施清理作業計畫

主持人：喬凌寰

審議編號：                    

計畫期間(全程)：99年01月01日至102年12月31日

年度經費：28,329千元  全程經費規劃：274,129千元

執行單位：核能研究所

## 參、計畫目的、計畫架構與主要內容

### 一、計畫目的與預期成效

本計畫為執行老舊核設施清理作業，將針對時程較緊迫之停用核設施或實驗室，進行清理再利用規劃，並配合進行放射性廢棄物減容處理作業，以降低未來處置費用，對老舊核設施進行清理。核能研究所自民國 56 年成立迄今已逾 40 餘年，過去因任務所需建構使用之核設施，包括研究用反應器、核燃料循環實驗設施、放射性廢棄物處理及貯存設施及游離輻射設備/設施等。核設施於完成任務後，基於防止輻射污染擴散之安全需求，以及廠房再利用之需要，必須加以清理，以符合輻射安全防護規定，降低社會成本，獲取經濟效益，並善盡設施經營者之法律責任，為國內外核能應用科技國家之普遍共識。目的在使清理後之設施達到釋出再利用，並消除輻射污染擴散疑慮，執行減廢減容作業緩和廢棄物倉儲壓力，同時降低未來廢棄物處理處置之成本。以達成下列的階段性目標：

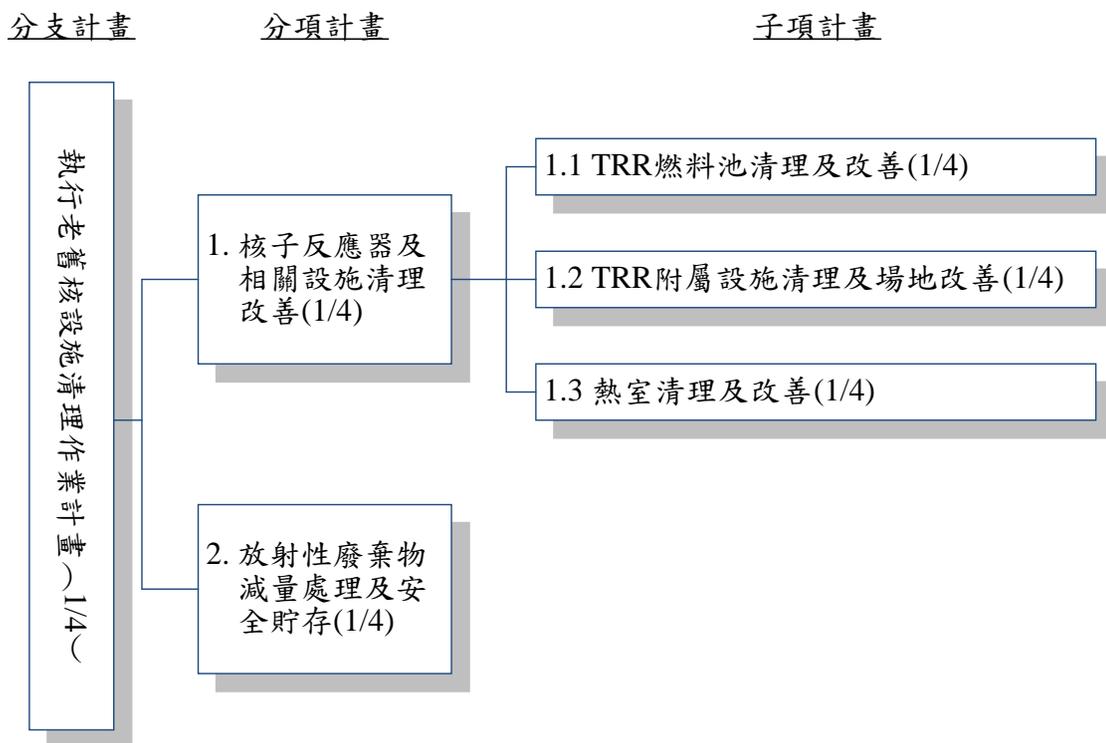
- 解決老舊核設施之安全問題，可大幅減少輻射傷害發生機率及減少民眾疑慮，提高政府公信力。
- 可累積核設施清理實務經驗，有利於後續核設施清理執行能力，增進清理作業與核後端營運之安全性。
- 本計畫清理改善工作行完畢後，可以降低輻射外釋之顧慮，節省設施之維修、水電及通風等經常性費用。清理後之廠房將可作為其他研究之用，提升經濟效益。
- 清理產生之放射性固體或液體廢棄物經由減量清理和貯存環境改善，一方面可減少放射性廢棄物之數量，另一方面可確保環境安全及增加

廢棄物貯存空間。

- 本計畫執行解除管制作業，進行劑量評估並申請外釋或放行，不僅可大量節省廢棄物處置成本，外釋或放行廢棄物之執行亦可減廢、減碳、節能，及發揮資源回收再利用的最大經濟效益。

## 二、計畫架構(含樹狀圖)

配合「精進核設施除役規劃與執行能力」、「審慎執行本所核設施拆除與重整，達成解除管制及廠房再利用」及「積極研發放射性廢棄物減量、整備分類再包裝、安定化處理、及安全貯存技術」等策略方向，本所推動「執行老舊核設施清理作業」分支計畫，歸納成二個分項計畫執行：第一分項為「核子反應器及相關設施清理改善」，第二分項為「放射性廢棄物減量處理及安全貯存」，計畫架構如下：



### 三、計畫主要內容

本計畫為執行老舊核設施清理作業，經過審慎評估，訂定設施清理優先順序為：以法規規定或安全顧慮較高者、有再利用需求者、及處理後可節省大量維持費用者，優先清理。將針對時程較緊迫之停用核設施或實驗室，進行清理再利用規劃，並配合進行放射性廢棄物減容處理作業，以降低未來處置費用，另外對現有和清理作業中產生之放射性廢棄物進行減量處理及安全貯存管理。計畫主要執行內容如下：

#### (一)核子反應器及相關設施清理改善

本分項計畫含三個子項，預定將清理或改善下列設施及其設備組件：(1)TRR 燃料池；(2)TRR 附屬設施；(3)熱室。主要目標在使清理後之設施達到釋出再利用，並消除輻射污染擴散疑慮，以確保環境安全；或清理老舊設備，配合未來關鍵設施改善，改善精進熱室之重要實驗設備，包括熱室通風與過濾系統、輻射防護偵測裝置、電力照明系統及主從式機械手等重要設備，確保熱室安全運轉效能，有效執行含 TRU 之用過核燃料安全貯存相關作業。

1. TRR 燃料池清理及改善：TRR 用過燃料池內有燃料運送鉛罐、廢過濾器、廢燃料架、廢鈾粉收集器、廢樹脂、廢燃料套管、廢提籃及鈾粉等放射性廢棄物，且其中有相當數量含有 TRU 核種。TRR 燃料池清理及改善，包括池內各種放射性廢棄物之特性分析、組件與廢棄物處置前除污、碎屑蒐集、廢棄物移出分類、廢棄物減容、廢棄物處置等相關作業之執行，最後達成用過燃料池水淨化、池底清理、及相關廢棄物處理之最終目標。
2. TRR 附屬設施清理及場地改善：執行 TRR 緊急水塔拆除、廢棄物檢整及場址復原作業，提供未來 074 館 TRR 爐體拆裝廠房，因應除役工作實際需要進行整體規劃與擴建。
3. 熱室清理及改善：熱室為支援核能研發的重要設施，特別針對核設施清理作業之用過核燃料安全貯存，熱室是不可或缺的主要設施。本所熱室設置迄今已逾 35 年，故須進行熱室、各實驗室廢棄物檢整清理，與主要設備維護改善，逐步完成各熱室、鉛室及其他實驗室

廠房清理與改善再利用；逐年汰換清理老舊設備，改善精進熱室之重要實驗設備，包括熱室通風與過濾系統、輻射防護偵測裝置、電力照明系統及主從式機械手等重要設備，確保熱室安全運轉效能，有效執行含 TRU 之用過核燃料安全貯存相關作業，亦可儲備支援核電廠安全運轉維護之技術能量。

## (二) 放射性廢棄物減量處理及安全貯存

本分項計畫預定將執行下列廢棄物安全貯存所需設備改善或建置：(1)高導電度含氫廢液處理及儲存設備建置，(2)廢棄物減容、壓縮設備改善更新，(3)地下庫廢樹清理設備建置；並進行下列廢棄物減量處理相關工作：(1)環境水文地質特性調查與評估；(2)放射性污染金屬除污作業；(3)固體廢棄物解除管制處理作業；(4)放射性固體廢棄物減量處理作業；(5)規劃廢棄物桶檢整中心。主要目標為配合清理工作執行減廢減容作業，一方面緩和廢棄物倉儲壓力，同時降低未來廢棄物處理處置之成本。

## 四、計畫執行情形及績效成果

## (一) 全程目標及執行成果

全程目標	執行成果	差異分析
<p>一、核子反應器及相關設施 清理改善</p> <p>(一) <u>TRR 燃料池清理及改善</u></p> <p>1. 完成燃料池鈾粉收集、重裝、運送及舊鈾粉回收空罐清理。</p> <p>2. 執行用過燃料運送及安定化處理產物包裝運貯。</p> <p>3. 完成燃料池內處理高污染廢棄物設施，包含池中池結構、廢樹脂罐、水下暫貯槽、傳送台車及支架、燃料棒架及附屬設備、鈾粉收集設備、池水淨化樹脂罐、超音波清洗機清理及切割處理。</p> <p>4. 執行燃料池 980 噸池水淨化及處理。</p> <p>5. 執行燃料池池壁除污處理及剷除作業及廢棄物處理。</p>	<p><u>99 年度</u></p> <p><u>TRR 燃料池清理及改善</u></p> <p>(1) 完成燃料池舊鈾粉回收空罐 40 罐清洗除污及廢棄物切割裝桶。</p> <p>(2) 完成用過燃料安定化處理產物 4 組運貯作業。</p> <p>(3) 完成用過燃料 9 根燃料棒運送進熱室。</p> <p>(4) 完成燃料池內高污染廢樹脂空罐 10 罐除污切割及其廢棄物檢整。</p> <p>(5) 完成燃料池傳送台車架水面上組件程序規劃、表面擦拭及除污、拆除、細部切割及其廢棄物檢整共 12 桶。</p>	<p>符合預期進度</p>

<p>(二)<u>TRR 附屬設施清理及場地改善</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 緊急水塔拆除規劃，建立拆除技術與切割、吊運工法。</li> <li>2. 由上而下，逐層完成緊急水塔之切割拆除。</li> <li>3. 拆除混凝土塊輻射量測、比活度分析，依污染層級分別加以包裝、貯放。</li> <li>4. 解除管制分析技術將清潔混凝土塊、碎石及內部鋼筋加以外釋處理，達到資源回收再利用目的。</li> <li>5. 完成緊急水塔場地復原與環境偵測，原場址釋出再使用。</li> <li>6. 完成 012、074 館空調系統及負壓改善。</li> </ol>	<p><u>99 年度</u> <u>TRR 附屬設施清理及場地改善</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 完成緊急水塔污染調查與除污作業及拆除工法與切割、吊運設計規劃，並完成撰寫「緊急水塔拆除作業程序書」，本所職安會同意備查。</li> <li>(2) 完成緊急水塔拆除作業施工規範及招標文件撰寫。</li> <li>(3) 完成緊急水塔拆除工程購案招標作業。</li> <li>(4) 完成緊急水塔蓋拆除業。</li> </ol>	符合預期進度
<p>(三)<u>熱室清理及改善</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 清理燃料熱室 94、95 及 Ir-192 同位素熱室並淨空。</li> <li>2. 040 館放射廢棄物清除。</li> <li>3. 熱室 90、91 及 92 作執行核燃料安定化工作後之善後清除處置。</li> </ol>	<p><u>99 年度</u> <u>熱室清理及改善</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 完成 Ir-192 同位素熱室(熱室 177)中之射源檢整分裝。</li> <li>(2) 完成 040 館燃料元件廢棄物倉庫清理及廢棄物檢整。</li> <li>(3) 完成 017B 館燃料元件回收工場變為清潔區，並完成撰寫「核子原(燃)料貯存設施(017B 館)除役計畫結案」報告。</li> </ol>	符合預期進度

<p>二、放射性廢棄物減量處理及安全貯存</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 完成既存廢金屬翻堆檢整及量測外釋 30 噸。</li> <li>2. 既存可燃廢棄物減量焚化處理 120 噸。</li> <li>3. 完成電漿熔融爐設備維修改善及熔融難處理非燃廢棄物 15 噸。</li> <li>4. 完成地下庫廢樹脂清理設備建置。</li> <li>5. 完成絕對過濾器壓縮設備更新。</li> <li>6. 完成 015B 前槽區 2 只 200m<sup>3</sup> 貯槽更新。</li> <li>7. 完成高導電度含氫廢液蒸發濃縮設備建置。</li> </ol>	<p><u>99 年度</u> <u>放射性廢棄物減量處理及安全貯存</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 完成高導電度含氫廢液蒸發濃縮設備建置及單元空白測試。</li> <li>(2) 完成環境水文地質特性調查與評估；並完成撰寫「微水試驗分析環境監測井地下水水力傳導係數」之研究報告。</li> </ol>	<p>符合預期進度</p>
--	--	---------------

## (二)工作進度－本年度預期目標及達成情形

(說明年度預期目標及達成情形、目前計畫之實際執行與預期工作之差異)

年度預期目標	達成情形	差異分析
<p>一、核子反應器及相關設施清理改善</p> <p>(一)TRR 燃料池清理及改善</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 完成舊鈾粉回收空罐 40 罐清洗除污及廢棄物處理。</li> <li>2. 完成燃料池傳送台車架水面上組件除污、拆除及其廢棄物檢整、包裝運貯。</li> <li>3. 完成舊廢樹脂空罐 10 罐</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 完成舊鈾粉回收空罐 40 罐清洗除污及廢棄物切割裝桶。</li> <li>2. 完成燃料池傳送台車架水面上組件程序規劃、表面擦拭及除污、拆除、細部切割及其廢棄物檢整。</li> <li>3. 完成舊廢樹脂空罐 10 罐除污切割</li> </ol>	<p>達成度：<u>100%</u></p>

<p>除污清理及其廢棄物檢整、包裝運貯。</p> <p>4. 完成 2 根用過燃料 SPCC 檢測、運送、安定化產物接收運貯。</p> <p>(二)TRR 附屬設施清理及場地改善</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 水塔內部污染清理及拆除前置準備作業完成。</li> <li>2. 緊急水塔污染調查與除污規劃報告撰寫完成。</li> <li>3. 完成緊急水塔拆除作業程序書。</li> <li>4. 拆除作業之施工規範及招標文件作業完成。</li> <li>5. 緊急水塔拆除工程購案提送並完成開標作業。</li> <li>6. 拆除工程開始施工完成頂蓋拆除。</li> </ol>	<p>及其廢棄物檢整。</p> <p>4.完成 9 根用過燃料 SPCC 檢測、運送及 4 組安定化產物接收運貯。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.完成水塔內部污染清理及拆除前置準備作業。</li> <li>2.完成撰寫「緊急水塔污染調查與除污規劃」報告(INER-S0549R)。</li> <li>3.完成撰寫「緊急水塔拆除作業程序書」(INER-SOP-0247R)，經審核通過，本所職安會同意備查。</li> <li>4.完成緊急水塔拆除作業施工規範及招標文件撰寫。</li> <li>5.完成緊急水塔拆除工程購案招標作業。</li> <li>6.完成緊急水塔頂蓋拆除作業。</li> </ol>	<p>達成度：<u>100%</u></p>
<p>(三)熱室清理及改善</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 040 館倉庫清理改善。</li> <li>2. 017B 館變為清潔區。</li> <li>3. 熱室 92 機具組裝測試。</li> <li>4. 熱室 177 淨空。</li> </ol> <p>二、放射性廢棄物減量處理及安全貯存</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.完成 040 館物件除污清理改善作業，物件污染偵測已送保物組偵檢中，場地完成地面除污作業，完成清理作業。</li> <li>2.017B 完成除役作業。完成「核子原(燃)料貯存設施(017B 館)除役計畫結案」報告，已送物管局核備中。其中廢棄物除污清理後放行 2,194 公斤，釋出乾淨室內面積 104m<sup>2</sup>。</li> <li>3.完成熱室 92 鈾泥貯存裝置熱室外組裝與測試。</li> <li>4.完成熱室 177 射源分裝檢整，申請移送化工組作業中。</li> </ol>	<p>達成度：<u>100%</u></p>

<p>1. 高導電度含氫廢液蒸發濃縮程序設計報告。</p> <p>2. 015 區環境水文地質特性調查研究報告。</p>	<p>1. 完成「太陽供應熱能之蒸發設備處理高導電度無機廢液化工設計」報告(INER-7558R)。</p> <p>2. 完成「微水試驗分析環境監測井地下水水力傳導係數」之研究報告(INER-7122H)。</p>	
--	---	--

### (三)計畫工作項目實施步驟或研究方法

工作項目	實施步驟或研究方法
(一)TRR 燃料池清理及改善	<p>1.傳送台車拆除</p> <p>(1)傳送台車拆除程序規劃及切割設備及採購。</p> <p>(2)傳送台車拆除程序包含污染擦拭、表面除污、二次擦拭取樣分析、現場組件拆除、吊運至切割間細部切割及廢棄物檢整裝桶作業。</p> <p>2.用過燃料運送及安定化產物運貯</p> <p>(1)用過燃料運送：用過燃料於燃料池經由 SPCC 量測、置入重裝罐、真空除濕及氬氣填充，後裝入運送罐，運送至熱室執行安定化處理。</p> <p>(2)安定化產物運貯：經熱室安定化後之產物，運送至 074 館護箱內暫貯，並持續執行安全監控作業包含暫貯護箱真空乾燥、護箱密封、暫貯護箱氬氣測漏及依程序執行之輻射監控。</p> <p>3.廢樹脂空罐及舊鈾粉罐清理</p> <p>(1)執行廢樹脂空罐及舊鈾粉罐表面劑量及污染擦拭作，確認有無廢樹脂或鈾粉殘留。</p> <p>(2)清理程序規劃及切割設備採購。</p> <p>(3)廢樹脂空罐由燃料池封裝後，吊運至切割間進行細部切割，廢棄物初步檢整裝桶，吊運回燃料池超音波清洗除污，再次廢棄物檢整裝桶。</p> <p>(4)舊鈾粉罐先超音波清洗除污後，初步檢整裝桶，吊運至切割間進行細部切割，再次廢棄物檢整裝桶。</p>
(二)TRR 附屬設施清理及場地改善	<p>(1)利用輻射偵測設備與污染擦拭計測及鑽孔切片分析技術找出水塔內部污染，以機具設備分別敲除水塔表層污染及鑽除深層污染，達水塔切割拆除條件。</p> <p>(2)以 3D 工程技術規劃結構體拆解鑽孔點及切割線，並估算各切割混凝土塊尺寸及重量。</p>

	<p>(3)以鑽石索鋸及圓盤鋸，分層分塊由上而下將水塔切割解體，再以移動式吊車吊離，量測後確認清潔之混凝土塊移至南側露貯場暫貯。</p> <p>(4)拆除現場產生路面凹洞及現場缺口，回填夯實，道路鋪設柏油，草坪區域覆土，原址偵測合格後釋出再使用。</p> <p>(5)除污檢整後移置南側露貯場之混凝土塊再經輻射細部偵測，與取樣比活度分析，確認合於外釋限値之混凝土塊，另案申請外釋，由合法廢棄物接收處理場回收再利用。</p>
(三)熱室清理及改善	<p>(1) 進行熱室、各實驗室廢棄物檢整清理，並將內部淨空，製造貯存鉛罐將現有高活度射源送廢棄物廠貯存。</p> <p>(2) 逐步完成各熱室、鉛室及其他廠房清理與改善再利用。</p> <p>(3) 逐年汰換清理老舊設備，改善精進熱室之重要實驗設備，包括熱室通風與過濾系統、輻射防護偵測裝置、電力照明系統及主從式機械手等重要設備。</p> <p>(4) 確保熱室安全運轉效能，有效執行含 TRU 之用過核燃料安全貯存相關作業，亦可儲備支援核電廠安全運轉維護之技術能量。</p>
(四)放射性廢棄物減量處理及安全貯存	<p>(1)以微水試驗分析 015 區保健物理環境監測井地下水觀測井回水水力特性，方法引用自 Bouwer &amp; Rice 微水試驗分析法。分析結果顯示，015 區域環境監測井含水層之水力傳導係數介於 0.001 至 0.0001 cm/sec 之間。</p> <p>(2)高導電度無機廢液，設計處理量為 120L/h，濃縮後之濃縮液以固化處理，蒸發之冷凝水經收集，符合法規之規定限値後，逕予排放。蒸發器採降膜蒸發器，以真空幫浦維持蒸發系統至 290 torr 負壓，並以真空幫浦維持冷凝水儲槽至 450 torr 負壓，以利冷凝水排出收集。總集熱面積 86m<sup>2</sup> 之 48 片太陽能 U 型真空管集熱器提供蒸發器之部份熱能。</p>

## 肆、計畫經費與人力執行情形

## 一、計畫經費執行情形：

## (一)計畫結構與經費

細部計畫 (分支計畫)		研究計畫 (分項計畫)		主持人	執行機關	備註 (子項計畫)
名稱	經費 (千元)	名稱	經費 (千元)			
執行老舊 核設施清 理作業計 畫	28,329			喬凌寰	核能研究所 工程組	
		核子反應 器及相關 設施清理 改善	20,376	諸葛志春	核能研究所 工程組	1. TRR 燃料池清 理及改善-工程 組(11,130 千 元) 2. TRR 附屬設施 清理及場地改 善-工程組 (2,971 千元) 3. 熱室清理及改 善-燃材組 (6,275 千元)
		放射性廢 棄物減量 處理及安 全貯存	7,953	林忠永	核能研究所 化工組	

## (二)經資門經費表

預算執行數統計截止日期 99.12.31

會計科目	項目	預算數(執行數)/元			備註	
		主管機關預算 (累計分配數)	自籌款	合計		
				流用後預算數 (實際執行數)		占總預算數% (執行率%)
一、經常支出						
1.人事費						
2.業務費						
3.差旅費						
4.管理費						
5.營業稅						
小計						
二、資本支出						
1.設備費						
小計						
合計	金額	28,329,000 (28,329,000)		28,329,000 (28,329,000)	100% (100%)	
	占總經費% (執行率=執行數÷ 流用後預算數)	100%		(100%)		

與原計畫規劃差異說明：

計畫於年度開始即按月規劃計畫經費使用分配，本年度至 12 月份計畫經常支出分配數為 10,783 千元，資本支出分配數為 17,546 千元，經資門支出合計分配數為 28,329 千元；截至 12 月 31 日統計，經常支出實際結報數為 10,783 千元，執行率 100%，資本支出實際結報數為 17,546 千元，執行率達 100%，經資門支出合計實際結報數合計為 28,329 千元，總經費執行率 100%。執行情形尚稱良好。

## 二、計畫人力運用情形：

## (一)計畫人力(人年) 人力統計截止日期 99.12.31

計畫名稱	執行情形	總人力(人年)	研究員級	副研究員級	助理研究員級	助理
分支計畫 執行老舊 核設施清 理作業計 畫	原訂 (全年)	21.05	0.10	2.45	2.50	16.00
	實際	18.08	0.09	2.08	2.29	13.62
	差異	-2.97	-0.01	-0.37	-0.21	-2.38
分項計畫 核子反應 器及相關 設施清理 改善	原訂 (全年)	16.05	0	1.45	2.10	12.50
	實際	13.74	0	1.12	1.92	10.70
	差異	-2.31	0	-0.33	-0.18	-1.80
分項計畫 放射性廢 棄物減量 處理及安 全貯存	原訂 (全年)	2.8	0.10	0.30	0	2.40
	實際	2.44	0.09	0.34	0	2.01
	差異	-0.36	-0.01	0.04	0	-0.39

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。

副研究員級：副研究員、副教授、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。

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。

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。

說明：本分支計畫人力係由第一分項計畫：核子反應器及相關設施清理改善，與第二分項計畫：放射性廢棄物減量處理及安全貯存，以及分支計畫(人力)合計而成。

## (二)主要人力投入情形(副研究員級以上)

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
			學歷	專長
喬凌寰	副研究員 (主持人)	5.04 分支計畫規劃研擬與督導執行	學歷	學士
			經歷	核能研究所
			專長	原子能工程
諸葛志春	副研究員 (共同主持人)	0.96 核子反應器及相關設施清理改善 分項計畫督導執行	學歷	學士
			經歷	核能研究所
			專長	原子能工程
林忠永	研究助理 員 (共同主持人)	8.52 放射性廢棄物減量處理及安全貯存 分項計畫督導執行	學歷	博士
			經歷	核能研究所
			專長	化學工程
張國源	助理 研究員 (子項負責人)	6.00 負責 TRR 燃料池清理及改善計畫	學歷	學士
			經歷	核能研究所
			專長	機械工程
羅文璉	副研究員 (子項負責人)	7.92 負責 TRR 附屬設施清理及場地改善 計畫	學歷	學士
			經歷	核能研究所
			專長	原子能工程
胥耀華	副研究員 (子項負責人)	3.84 負責熱室清理及改善計畫	學歷	碩士
			經歷	核能研究所
			專長	材料科技
蔡光福	研究員	1.08 環境水文地質特性調查與評估執行	學歷	碩士
			經歷	核能研究所
			專長	化學工程
徐金登	副研究員	1.08 傳送台車架拆除及處理執行	學歷	學士
			經歷	核能研究所
			專長	原子能工程
黃華泰	副研究員	0.36 TRR 緊急水塔拆除前置作業執行	學歷	碩士
			經歷	核能研究所
			專長	原子能工程

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
陳勝裕	副研究員	0.84 040 館倉庫清理改善執行	學歷	碩士
			經歷	核能研究所
			專長	土木水利工程
施清芳	副研究員	0.96 高導電度含氫廢液蒸發濃縮設備採購執行	學歷	博士
			經歷	核能研究所
			專長	土木水利工程
張峰榮	副研究員	1.08 高導電度含氫廢液蒸發濃縮設備採購執行	學歷	學士
			經歷	核能研究所
			專長	化學工程
潘本立	副研究員	2.04 高導電度含氫廢液蒸發濃縮設備採購執行	學歷	博士
			經歷	核能研究所
			專長	化學工程
合計		39.72 人月		

### 與原計畫規劃差異說明：

本計畫年度(1~12 月)規劃投入研究人力 21.05 人年；統計至 12 月 31 日實際投入研究人力 18.08 人年，實際人力執行率 85.89%。主要差異原因為原規劃人員配合全所整體需求，調整參與其他工作，以及離職與退休等因素所致，工作已安排接替人員，對整體進度未造成影響。

## 伍、計畫已獲得之主要成果與重大突破 (含量化成果 output)

## 一、本計畫重要成果及重大突破

## (一)學術成就

1. 本年度預期績效指標值：技術報告 12 篇。年度實際產出：完成技術報告 12 篇。

項次	中文題名	作者	核準時間	INER 編號
1	012 館廠房東側地質鑽探報告書	喬凌寰 胡毓青	99 年 10 月 19 日	INER-7544
2	TRR 燃料池金屬廢棄物清理作業程序書	張國源	99 年 08 月 17 日	INER-OM-1473R
3	98 年度 TRR 燃料池用過燃料安定化產物運貯報告	吳秉榮	99 年 08 月 31 日	INER-OM-1481R
4	氬質譜儀洩漏檢測操作程序	吳秉榮	99 年 10 月 08 日	INER-OM-1528R
5	TRR 燃料池傳送台車水上組件拆除報告	黃其文 張國源 莊子逸	99 年 10 月 21 日	INER-OM-1578R
6	TRR 燃料池廢樹脂空罐切割測試報告	朱信旗 張國源	99 年 10 月 26 日	INER-OM-1593R
7	TRR 緊急水塔污染調查與除污作業報告	羅文璉	99 年 04 月 12 日	INER-S0549R
8	TRR 緊急水塔拆除作業程序書	羅文璉 莊子逸	99 年 06 月 24 日	INER-SOP-0247R
9	核子原(燃)料貯存設施(017B 館)除役計畫結案報告	陳勝裕 鄭世中	99 年 10 月 14 日	INER-7487
10	燃材組輻射防護作業程序	黃智麟 陳育英 范振儒	99 年 10 月 28 日	INER-SOP-0294
11	微水試驗分析環境監測井地下水水力傳導係數	施清芳 莊怡芳 張福麟	99 年 06 月 24 日	INER-7122H

		曾水營		
12	太陽供應熱能之蒸發設備處理高導電度無機廢液化工設計	林忠永 潘本立	99年10月18日	INER-7558R

## (二)技術創新

1. 本年度預期專利申請 2 件；年度實際產出專利申請 2 件(國內 1 件、國外 1 件)。

## 二、績效指標項目初級產出、效益及重大突破

領域別：原子能

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
技術創新(科技整合創新)	G 專利	申請國內、外專利 2 件	清理實務中開發工法工具，提升效率並降低工作人員輻射劑量，符合ALARA 精神。	驗證除役技術，掌握清理工程實務經驗。
	H 技術報告	數量 12 篇	提供國內核設施清理、廢棄物處理之經驗傳承及未來相關作業參考，增進作業與後端營運之安全性。	提升自主之國內能量。

## 陸、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)

請依前述重要成果及重大突破說明在該面向成就上價值與貢獻度如：

### 一、學術成就(科技基礎研究)(權重 10%)

「執行老舊核設施清理計畫」本年度計畫期程為 4 年期之第 1 年，無提報事項。

### 二、技術創新(科技整合創新)(權重 30%)

為執行燃料池水中廢棄物取樣作業，研發「水下放射性溶液取樣裝置及其方法」，取樣裝置之功能設計具有結構簡易、距離屏蔽、成本低廉及操作方便之特性，操作人員可遠距離執行取樣作業，有效簡化作業程序、縮短作業時間及提昇工作效率，使放射性溶液取樣之輻射作業符合 ALARA 精神，可有效降低工作人員輻射劑量，以保護工作人員之安全。

### 三、經濟效益(產業經濟發展)(權重 20%)

燃料元件回收工場(017B)清理產生之固體廢棄物總重約 16.5 公噸，因完成放行作業有效減廢約 2.2 公噸報廢設備，一方面緩和廢棄物倉儲壓力，同時降低未來廢棄物處理處置之成本。館舍經除污後，釋出乾淨之室內面積有 104 m<sup>2</sup>，具有廠房再利用之經濟效益。

### 四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重 20%)

完成處理量 120L/h 高導電度含氚廢液蒸發濃縮設備建置，預期可徹底解決 600 噸含氚廢液儲存問題，以減少對環境之潛在威脅，提高核能安全，消除社會大眾之疑慮。採負壓(290 torr)操作降膜式蒸發器及真空管集熱器，能減少能源耗費，亦有助於環境之永續發展。

### 五、其它效益(科技政策管理及其它)(權重 20%)

完成燃料池傳送台車架水面上組件，及高污染廢樹脂空罐(10 罐)清理，藉審慎之輻射污染調查、程序規劃、除污與切割拆除等作業，抑低產生之放射性廢棄物量，且符合低放射性廢棄物接收標準，落實核設施清理作業就源減量理念，減少放射性廢棄物處置數量。

註：若綱要計畫期程為 4 年期第 1 年執行者，請明確寫出本綱要計畫為第 1 年執行，固無

主要成就及成果之價值與貢獻度；其他非第 1 年執行者請填寫起始年累積至今主要成就及成果之價值與貢獻度(例如：執行期程為第 3 年之綱要計畫即寫第 1 年到現在所有成果之 **outcome**)。

## 柒、本計畫可能產生專利或可移轉之潛力技術說明

為完成清理廢樹脂及池水取樣作業，研發「水下放射性溶液取樣裝置及其方法」，取樣裝置之功能設計具有結構簡易、距離屏蔽、成本低廉及操作方便之特性，操作人員可遠距離執行取樣作業，有效簡化作業程序、縮短作業時間及提昇工作效率，使放射性溶液取樣之輻射作業符合 ALARA 精神，可有效降低工作人員輻射劑量，以保護工作人員之安全。此項裝置可持續就取樣標的與場所條件之不同而予調整，提供搭配國內產學界核設施之研究、監控、維修及除污等作業使用。

## 捌、與相關計畫之配合

- 一、計畫內工作項目包含燃料池用過燃料運送、安定化產物運貯、後續鈾粉運送及安定化產物運貯作業，均須配合「熱室核燃料安定化技術研究」計畫，與其充分配合，使運送及運貯作業能順利執行。
- 二、配合「高活度污染設施處理技術研究」計畫，將其發展建立之清理技術，實際應用於燃料池之清理作業，並依現場作業情形，回應清理技術執行之優劣點，以利計畫技術改善與發展。
- 三、緊急水塔切割拆除後原場地可釋出，供 TRR 爐體拆除計畫廠房擴建使用，相關切割與吊運技術可供 TRR 爐體拆解參考。
- 四、配合化工組低放射性廢棄處理廠執行中之「015B 排放池清理與回填作業」，進行環境監測井之微水試驗，以分析單井之地下水傳導係數，作為評估 015B 館區域地下水遷移特性。

## 玖、後續工作構想之重點

- 一、TRR 燃料池清理與改善計畫，用過燃料、鈾粉及污染附屬設備等，依規劃執行；另須著力在廢樹脂盛裝容器與暫貯空間之規劃與申照。
- 二、針對緊急水塔切割拆除後產生之未污染混凝土塊，編寫外釋計畫、送審並據以執行，確認合於清潔外釋條件者將進行外釋，達廢棄物減量目標。
- 三、熱室清理與改善計畫，繼續執行熱室通風運轉機具改善及輻射防護設備更新、鉛室 112 及 114 內老舊設備改善工程與精進設備設計更新規劃，各類廢棄物偵檢檢整及分類處理等作業。

- 四、安裝及建置一套高導電度含氫廢液蒸發濃縮設備，高導電度含氫廢液蒸發濃縮設備廠房修繕，持續進行試車工作。

## 壹拾、檢討與展望

- 一、TRR 燃料池清理包含用過燃料、鈾粉及不適用設備皆訂有完整清理程序及時程，且按既定時程清理，惟後續規劃清理之廢樹脂屬 TRU 廢棄物，須在極有限之 TRU 廢棄物貯存庫空間下，克服盛裝容器與貯存空間不足之困難。
- 二、完善之鑽石索鋸切割及高空吊運技術規劃與執行，超越本年度 TRR 緊急水塔拆除預期進度；預期未來藉放射性廢棄物解除管制技術，可將所產生之混凝土廢棄物約 99% 予以清潔外釋。
- 三、熱室清理與改善作業，必須使用機械手檢整包裝高輻射高污染之廢棄物，再把廢棄物傳出熱室，人員皆會接觸輻射高污染之廢棄物，所以作業前須訂定嚴謹之輻射防護計畫，作業中輻防人員亦須檢視人員接受劑量以符合合理抑低原則，以使作業能順利進行同時保護工作人員。加強熱室廢棄物清理檢整與除污放行作業，須有效增加廢氣物除污後可達放行之比例，以減低長期貯存所需設施之空間與費用。未來將需建立熱室廢棄物減量之具體辦法與作業目標。
- 四、依據目前太陽熱能之使用經驗，改善其控制系統，提升集熱效率，逐步應用於較耗費能源，但高除污效率之蒸發濃縮處理程序。實驗型高導電度廢液蒸發濃縮設備，其目的為針對 015B 館現有庫存高導電度廢液之處理，採安全性較高之太陽熱能集熱器並輔以電熱器供應熱能之實驗型蒸發處理製程，期能在兼顧節能減碳下，少量處理積存之高導電度廢液。太陽熱能集熱器提供蒸發濃縮能源之先期研究顯示，其光學效率(無熱損失之最大效率)為 0.77，熱損失率為 3.1。所建置總集熱面積約 86m<sup>2</sup>之太陽能 U 型真空管集熱器預估可提供蒸發器之 30kW 熱能(以太陽日射量 700W/m<sup>2</sup> 及集熱效率 0.5 計)。
- 五、以微水試驗分析 015 區環境監測井地下水觀測井回水水力特性，方法引用自 Bouwer & Rice (1976) 微水試驗分析法，以作為降低環境地下水核種活度潛勢之依據，本研究結果顯示，研究區域部分環境監測井含水層之水力傳導係數介於 1.0E-3 至 1.0E-4 cm/sec 之間。依據分析現有觀測之水文地質資料，初步評估地下水流大致向東。微水試驗分析之重要性，在評估放射性廢棄物處置場之核種遷移行為。一般而言，



## 附錄一、佐證資料表

### 計畫名稱：執行老舊核設施清理作業計畫

#### 【G 智財資料表】

專利名稱	專利類別	授予國家	證書號碼	發明人	專利權人	有效(起-迄)期間 (YYYY MM )
水下放射性溶液之取樣裝置與方法	a 發明專利	中華民國		張國源 鄭祖漢		
水下放射性溶液之取樣裝置與方法	a 發明專利	美國		張國源 鄭祖漢		

註：專利類別分成 a 發明專利、b 新型新式樣、c 商標、d 著作、智財；授予國家分成 a 中華民國、b 美國、c 歐洲、d 其他

#### 【H 技術報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年 (西元年)	出版單位
012 館廠房東側地質鑽探報告書	喬凌寰、胡毓青	2010	行政院原子能委員會 核能研究所
TRR 燃料池金屬廢棄物清理作業程序書	張國源	2010	行政院原子能委員會 核能研究所
98 年度 TRR 燃料池用過燃料安定化產物運貯報告	吳秉榮	2010	行政院原子能委員會 核能研究所
氬質譜儀洩漏檢測操作程序	吳秉榮	2010	行政院原子能委員會 核能研究所
TRR 燃料池傳送台車水上組件拆除報告	黃其文、張國源、 莊子逸	2010	行政院原子能委員會 核能研究所
TRR 燃料池廢樹脂空罐切割測試報告	朱信旗、張國源	2010	行政院原子能委員會 核能研究所
TRR 緊急水塔污染調查與除污作業報告	羅文璉	2010	行政院原子能委員會 核能研究所

TRR 緊急水塔拆除作業程序書	羅文璉、莊子逸	2010	行政院原子能委員會 核能研究所
核子原(燃料)貯存設施(017B 館)除役 計畫結案報告	陳勝裕、鄭世中	2010	行政院原子能委員會 核能研究所
燃材組輻射防護作業程序	黃智麟、陳育英、 范振儒	2010	行政院原子能委員會 核能研究所
微水試驗分析環境監測井地下水水力 傳導係數	施清芳、莊怡芳、 張福麟、曾水營	2010	行政院原子能委員會 核能研究所
太陽供應熱能之蒸發設備處理高導電 度無機廢液化工設計	林忠永、潘本立	2010	行政院原子能委員會 核能研究所

## 附錄二、佐證圖表

### 一、 TRR 燃料池清理及改善



舊廢樹脂空罐吊運至切割間



舊廢樹脂空罐大部切割



空罐內部除污



內部管件超音波清洗



舊廢樹脂空罐細部切割



廢棄物檢整

### 舊廢樹脂空罐切割及檢整



用過燃料由燃料池運出



用過燃料運送至熱室



運送鉛罐與護箱定位作業



安定化產物傳送至護箱



鉛屏蔽桶屏蔽驗證量測區域畫線



鉛屏蔽桶屏蔽驗證量測

用過燃料運送及鉛屏蔽桶屏蔽驗

## 二、TRR 附屬設施清理及場地改善

1. TRR 緊急水塔拆除作業於 99 年 8 月 17 日開標，由裕建工程公司得標，該公司提送之施工計畫書經本所審核通過，於 99 年 10 月 4 日開工。
2. 該工程以鑽石索鋸切割工法配合高空起重、吊掛技術，已於 99 年 11 月 11 日順利完成頂蓋(三塊約 79.8 公噸)切離，並移運南側露貯場暫貯，施工進度已達年度目標，目前繼續往下層切割作業中。



完成開工前會議與工安講習



施工前工具箱會議與危害告知



頂蓋切割作業



完成頂蓋拆除



頂蓋吊掛作業



混凝土塊移運南貯場

### TRR 緊急水塔拆除作業

### 三、熱室清理及改善

1.完成 017B 除役作業與結案報告審核。



RM01 清理除污作業前後對照



RM02 清理除污作業前後對照



廢水槽清理除污作業前後對照

2. 熱室核設施功能改善及空間清理再利用工作，包括 040 館廢棄物清理與空間規劃運用、熱室 92 鈾泥貯存裝置建置與測試，俾利於未來各項檢驗計畫之需。



040 館清理除污作業前後對照



熱室用鈾泥(粉)罐吊車裝置



鈾粉罐運送至熱室 92 模擬作業

### 四、放射性廢棄物減量處理及安全貯存



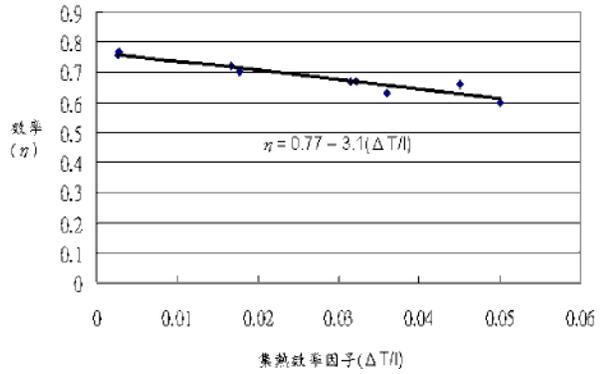
實驗型高導電度廢液蒸發濃縮設備



總集熱面積約 86m<sup>2</sup> 之太陽能 U 型真空管集熱器



太陽能 U 型真空管集熱器測試平台



太陽能 U 型真空管集熱器之集熱效率特性圖

完成實驗型高導電度廢液蒸發濃縮設備建置及太陽熱能應用於蒸發設備供應能源之先期研究

### 附錄三、99 年度期末審查意見回覆

核能研究所 99 年度科技計畫(期末)成果效益報告審查委員意見及回復表

計畫名稱：執行老舊核設施清理作業計畫	
審查單位：核能研究所 (A)	
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明
1.本計畫全年運作，無工安、輻安、環安事件發生，難能可貴。	謝謝委員肯定。持續追求在安全前提下，依預期進度完成各項作業。
2.各子項計畫均達預期目標，總經費執行率僅達 92.77%，來年請加油。	謝謝委員提醒。本報告所列執行率 92.77%，係截至 12 月 21 日統計數據；若統計至年底，因部份拆除工程及除污勞務訂定驗收日為 12 月 31 日以後，並已完成結報，則執行率達 99.8%。來年將會注意工程案之結報時間。
3.計畫人力短少約 16%(3.44/21.05)，是否已由外包人力支援完成計畫工作。	人力短少主要原因為參與工作調整或人員離退等因素；其中部分屬勞務作業如除污、切割拆除及廢棄物處理等項目，則由計畫編制內人員帶領，引進民間人力配合執行作業。
4.本計畫為四年期程之第一年，已有甚多效益(經濟效益、社會影響、其它效益)，請補充。	謝謝提醒，遵照委員意見補充效益說明。

## 核能研究所 99 年度科技計畫(期末)成果效益報告審查委員意見及回復表

計畫名稱：執行老舊核設施清理作業計畫	
審查單位：核能研究所 (B)	
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明
1.年度預算支用達成度合理，計畫之量化/質化目標合理呈現。	謝謝委員肯定。
2.學術成就以程序書/作業報告為主，期望來年增加技術分析/效益比較/總體評估方便之報告內容規劃，若有技術創新，應以單行本方式撰寫其技術基礎及效益評估。	謝謝委員提醒。本計畫屬處理技術層次高且兼具研究性質之計畫，本質偏重執行例行工作，故技術報告產出以程序書與作業報告為主；惟來年將朝委員提示方向努力。
3.本計畫所申請之專利，其經濟效益及未來展望應可再加敘述，以引導未來工作之持續性。	謝謝提醒，遵照委員意見補充專利之效益與未來展望。
4.P22 頁，三項第 5 行，”廢氣物“為”廢棄物”。	謝謝委員指正，修正文字為「廢棄物」。