

行政院原子能委員會
97 年度科技計畫期末報告

核設施除役及廢棄物管理技術之發展與應用

計畫編號(列管編號)：A-NS-02 (0970001052)

執行單位：核能研究所

計畫主持人：陳鴻斌

報告日期：97 年 12 月 24 日

目 錄

壹、基本資料.....	1
貳、計畫目的、計畫架構與主要內容.....	1
一、計畫目的.....	1
二、計畫架構(含樹狀圖).....	2
三、計畫主要內容.....	3
四、主要執行成果.....	5
五、年度預定目標及執行成果對照表.....	11
參、計畫經費與人力執行情形.....	16
一、計畫經費執行情形：.....	16
(一)計畫結構與經費.....	16
(二)經資門經費表.....	17
二、計畫人力運用情形：.....	18
(一)計畫人力.....	18
(二)主要人力投入情形.....	19
肆、計畫已獲得之主要成就與量化成果(output).....	24
伍、評估主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome).....	27
一、學術成就(科技基礎研究)(權重 5%).....	27
二、技術創新(科技整合創新)(權重 30%).....	27
三、經濟效益(產業經濟發展)(權重 30%).....	29
四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重 20%).....	30
五、其它效益(科技政策管理及其它)(權重 15%).....	30
陸、與相關計畫之配合.....	31
柒、後續工作構想之重點.....	31
捌、檢討與展望.....	32
※附錄.....	35
一、計畫成果佐證資料.....	35
二、量化績效指標產出.....	65
三、期中審查意見及回復說明.....	74
四、期末審查意見及回復說明.....	77

政府科技計畫成果效益報告

壹、基本資料

計畫名稱：核設施除役及廢棄物管理技術之發展與應用

主 持 人：陳鴻斌

審議編號：97-2001-02-03-03

計畫期間(全程)：96 年 01 月 01 日至 99 年 12 月 31 日

年度經費：88,078千元 全程經費規劃：388,015千元

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

核設施除役技術發展是所有核能先進國家現階段共同關切及努力的議題，核電廠運轉及同位素研究與應用所產生之放射性廢棄物最終處置技術也是各國致力的研究重點。核研所(以下簡稱本所)過去三十幾年建立的核燃料循環研究用實驗設施及台灣研究用反應器(Taiwan Research Reactor，簡稱TRR)，已陸續完成各項研究任務，進入除污除役階段，未來將逐步完成相關設施之拆除工作。為安全達成本所核設施拆除與再利用、建立國內放射性廢棄物處理與處置技術的任務需要，擬定「精進核設施除役規劃與執行能力」、「審慎執行核設施拆除與重整，達成解除管制及廠房再利用」、「積極研發放射性廢棄物檢整、除污減量、安定化處理、及安全貯存技術」及「建立國內低放廢棄物最終處置自主技術與評估用過核子燃料長期貯存的可行性」等四項總體計畫執行方向，在既有之基礎上逐步推動核設施除役及廢棄物管理技術發展，藉以精進自我技術能力，建立自主之除役規劃、拆除工法、模擬技術、廢棄物管理等技術，其技術及經驗可為國內核反應器除役之範例。旨在落實核設施除役作業源頭減量理念，減少核廢棄物處置數量，同時，增進放射性廢棄物管理效能，確保最終處置系統營運可靠度，提高核能安全，消除社會大眾之疑慮，並達成下列階段性目標：

- 建立核設施除役技術，應用於本所研究用反應器之拆除，累積知識與實務經驗，以貢獻於下階段國內核設施除役之需要。
- 配合國內核設施除役之需求，建立核設施與放射性廢棄物解除管制

技術，以降低管制之成本與負擔，促進資源充分應用。

- 開發超 C 類之有機放射性廢棄物處理技術，有效解決該等廢棄物之減量與安全貯存問題，以確保管理之安全；研發具減廢效能之除役大件(量)廢棄物與系統設備除污技術，以提高符合清潔標準之除役廢棄物比例，降低廢棄物數量，並增進除役作業之安全。
- 發展本土化最終處置場安全審查技術，用以評估並確保籌建中之低放射性廢棄物處置場之安全。
- 探討用過核子燃料長期貯存的可行性，作為我國用過核子燃料在深地層最終處置選擇外的選項參考。

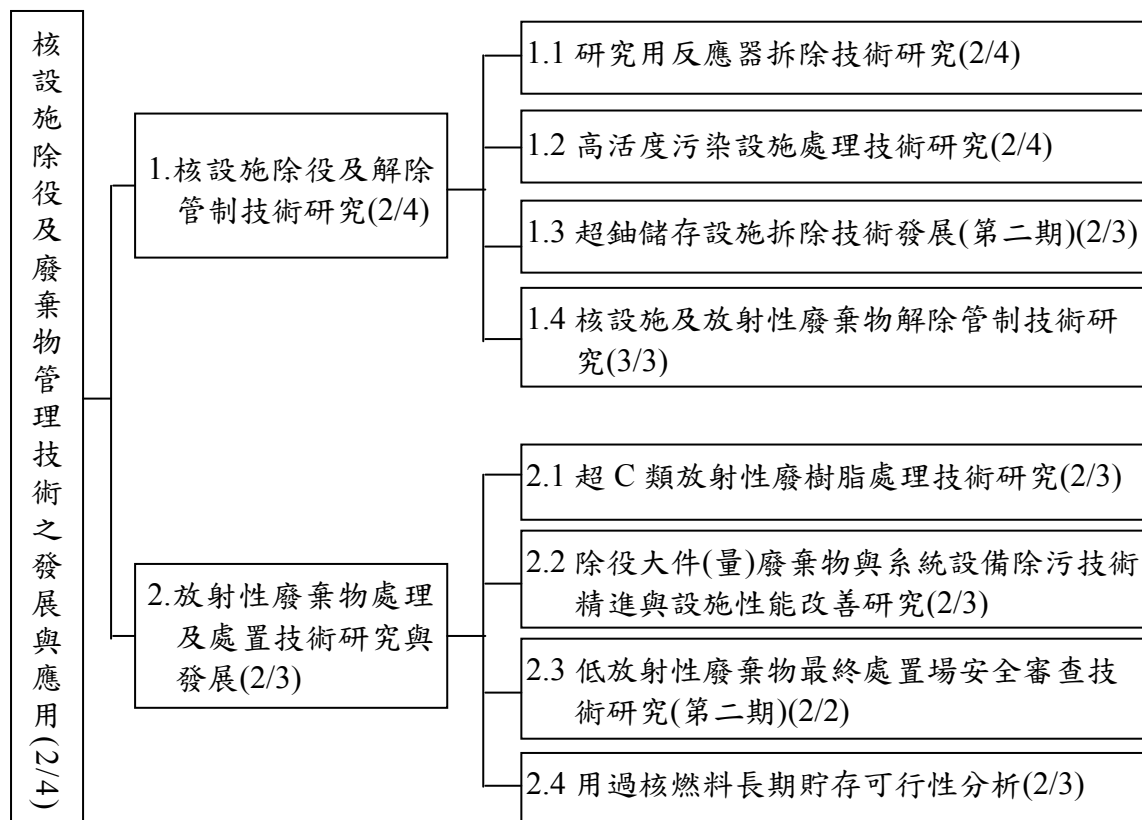
二、計畫架構(含樹狀圖)

依照原子能領域規劃之發展重點策略方向，本計畫全程 4 年，本(97)年度為 4 年期之第 2 年計畫，將 96 年度三項分項計畫整併成二項分項計畫：第一分項為「核設施除役及解除管制技術研究(96~99)」；第二分項為「放射性廢棄物處理及處置技術研究與發展(96~98)」，分項計畫項下各包含四個子項計畫。

分支計畫

分項計畫

子項計畫



三、計畫主要內容

本計畫包括：「核設施除役及解除管制技術研究」及「放射性廢棄物處理及處置技術研究與發展」等二分項計畫，本(97)年度為 4 年期程之第 2 年計畫，計畫主要執行內容如下：

(一)核設施除役及解除管制技術研究

本分項計畫分成四個子項計畫，分別研究 TRR 爐體拆除關鍵技術、高活度污染設施處理方法、超鈾儲存設施拆除技術，以及解除管制之量測與評估技術等，研擬清除工法並審慎執行，以確保高污染設施及未來爐體拆除工作之安全，抑低除役廢棄物量，並配合知識管理需求提升除役規劃及拆除技術。目標在於建立自主之除役規劃、拆除工法、模擬技術、廢棄物管理等技術，其技術及經驗可為國內核反應器除役之範例。

1. 研究用反應器拆除技術研究：針對 TRR 爐體，建立除役工程支援系統、活化及污染組件核種和活度評估技術、大型切割機具及應用模式，及執行爐體拆除技術之安全評估與模擬操作，配合 3D 視覺模擬系統，提供計畫管理及工程工法評估等之依據。主要執行包括：(1)爐內組件 3D 工程模擬技術建立；(2)TRR 爐體工程資料彙整；(3)研究及建立水下防輻射監視系統技術；(4)爐內組件及相關設施取樣分析技術研究。
2. 高活度污染設施處理技術研究：針對本所相關高污染設施設備拆解、池水淨化與高污染廢棄物污染清除技術建立，包括用過燃料、廢樹脂、鈾粉等建立安定化與安全貯存技術，並審慎執行，降低污染擴散之風險，抑低拆除廢棄物產量。主要執行包括：(1)執行高活度廢樹脂傳輸暫貯；(2)執行用過燃料運送及安定化作業；(3)建立鈾粉乾燥及運傳送技術；(4)建立高污染設施池水淨化及污染清除技術；(5)建立高污染設施除污及設備拆除技術。
3. 超鈾儲存設施拆除技術發展(第二期)：針對核化學實驗室的手套箱及 5 個廢液暫存桶槽等大型超鈾重污染設施之拆除，審慎研究建立作業程序及適切之輻射防護技術，並據以就地執行切割、拆除、清運、裝箱及運貯。主要執行包括：(1)隔離操作室及通風負壓系統建置、測試、運轉；(2)016 館 Unit 20 大型超鈾

手套箱及五個大型超鈾廢液暫存桶槽周邊環境除污清理；(3)016 館鉛室分析線拆除清理安全分析報告撰寫、送審；(4)016 館中、高負壓及煙櫃排風系統與阿伐廢液管路整建及拆除清理規劃。

4. 核設施及放射性廢棄物解除管制技術研究：配合核設施之除役進行解除管制相關之資訊管理系統研發與建置、偵測與劑量評估技術建立、偵測作業計畫建立與測試，及審查與量測追溯等研究，以確保我國除役廢棄物管理之經濟性、安全性與可靠性。主要執行包括：(1)待解除管制資訊管理系統建置作業；(2)設計場邊高靈敏度污染計測與辨識儀具；(3)建立劑量評估品質保證程序；(4)完成人員劑量合理抑低評估技術之規劃研究；(5)建立除役完整建物解除管制量測流程及作業規範；(6)建立符合 ISO 17025 要求之檢測服務中心；(7)建立輸送帶篩檢系統。

(二)放射性廢棄物處理及處置技術研究與發展包括：

本分項計畫分成四個子項計畫，分別研發 TRR 除役所產生屬於超 C 類廢棄物之高活度廢樹脂與核子醫用所產生之有機液體廢棄物等之減容與安定化處理方法、研發除役產生之大件與大量廢棄物以及系統設備具減廢效率之方法與技術、配合管制單位的管制技術需求進行低放射性廢棄物最終處置場安全審查技術研究，以及評估先進國家所採用的用過核子燃料地表或地面下長期貯存之可行性，目標在於解決難處理廢棄物之減容與安定化問題，確實落實除役廢棄物之減量，以及建立本土化低放射性廢棄物處置安全評估技術，提供主管機關未來進行處置場安全審查之技術需求，及探討我國用過核子燃料在選擇深地層最終處置前的過渡選項。

1. 超 C 類放射性廢樹脂處理技術研究：研發安全及有效率的超 C 類廢樹脂與有機液體廢棄物等之處理方法及設備，並確保處理後之品質與貯存安全，以解決此類廢棄物的減容與安定化處理問題。主要執行包括(1)精進濕式氧化法處理超 C 類廢樹脂之可行性評估；(2)研發最適處理技術；(3)處理系統之基本設計與細部設計。
2. 除役大件(量)廢棄物與系統設備除污技術精進與設施性能改善研究：精進污染金屬除污設備效能，及開發適合現場污染大型

金屬物件及建築物牆面與混凝土屏蔽等之除污方法及其除污介質，及二次廢棄物相關處理技術及其資源回收再利用方法，使除役工程中能獲得充分減廢。主要執行包括(1)改善除污二次廢棄物處理技術，回收有用資源並精減處理設備，使其更具移動性以配合現場除污使用需求；(2)規劃改善商用廢棄膠體除污劑之減廢及回收處理技術，減少其使用成本；(3)進行混凝土體廢棄物化學浸漬除污測試並改善其操作條件，並研擬後續固液分離相關化工程序；(4)支援 012 館金屬廢棄物除污設備運轉技術改善。

3. 低放射性廢棄物最終處置場安全審查技術研究(第二期)：建立源項分類技術與廢棄物接收標準，研究影響低放射性廢棄物最終處置場的安全因素，結合國內學術界進行處置坑道穩定性評估、處置場址設計地震研擬、回填材料工程特性研究、混凝土障壁與承裝容器之劣化模式與使用壽命評估等研究，作為管制機關進行處置場安全審查作業之依據或參考。主要執行包括(1)進行國外案例之安全評估之模擬驗證；(2)完成生物圈評估模式審查要點研擬；(3)建立混凝土包裝容器之耐久性評估技術；(4)低放射性廢棄物處置場環境因子及障壁材料耐久性因子敏感度分析；(5)建立低放射性廢棄物處置場混凝土障壁服務年限預估模式；(6)完成低放處置場異常狀況之輻射劑量評估。
4. 用過核燃料長期貯存可行性分析：就世界上與我國有相似環境限制的先進國家所採用的用過核子燃料地表或地面下長期貯存概念，加以分析與評估探討，以作為我國用過核子燃料在選擇深地層最終處置以外的參考。主要執行包括(1)長期監測技術探討及用過核子燃料再取回可行性評估；(2)長期貯存設施與作業概念分析。

四、主要執行成果

本年度分支計畫量化績效指標產出(詳如附錄二)包括：期刊論文 14 篇(國內 4 篇/國外 SCI 接受刊登 1 篇/國外 SCI 申請 9 篇)、研討會論文 13 篇(國內 9 篇/國外 4 篇)、技術報告 87 篇、專利申請 15 件(國內 9 件/國外 6 件)、專利獲得 3 件(國內 3 件)、技服收入 120,074 千元、技術授權金 3,299 千元、委託計畫簽約金 53,406 千元；各分項計畫主

要執行成果如下：

(一)核設施除役及解除管制技術研究

1. 研究用反應器拆除技術研究(成果佐證資料如附錄一 1-1-1~1-1-12)
 - (1)完成 TRR 工程資料之蒐集彙整、紙本整理及電子化，累計約 4,000 張藍圖及 1,070 份文件。
 - (2)建立 TRR 資料檢索系統，完成系統建置，並完成與除役資訊管理系統連結測試。
 - (3)完成 TRR 爐體及爐內組件 3D 模型建立，工程數位模擬規劃和軟體評估、並應用於拆除程序研究發展中。
 - (4)完成爐內組件輻射劑量率量測及活度評估資料彙整，並做拆除時之工程估算。
 - (5)完成爐內組件拆除產生之放射性廢棄物貯存分類及數量概估。
 - (6)提出爐體拆除程序之概念規劃。
2. 高活度污染設施處理技術研究(成果佐證資料如如附錄一 1-2-1~1-2-6)
 - (1)完成高活度廢樹脂移貯設備安裝於 012 館 023 房內。
 - (2)完成 TRR 燃料池高活度廢樹脂移貯作業程序模擬測試。
 - (3)完成二根用過燃料運送及安定化作業；並在物管局人員察證下，完成用過燃料安定化產物暫貯護箱作業前測試。
 - (4)完成鈾粉收集 35 罐及鈾粉移貯規劃。
 - (5)完成燃料池中 25 桶廢棄設備之清理。
3. 超鈾儲存設施拆除技術發展(第二期)(成果佐證資料如附錄一 1-3-1~1-3-9)
 - (1)完成「016 館大型超鈾設備廢棄清理計畫」結案報告及光碟 4 片，原能會 7 月 25 日物一字第 09700016461 號函同意備查。
 - (2)完成「016 館分析線鉛室除污計畫書」，原能會 9 月 16 日會輻字第 0970015173 號函同意核備。
 - (3)完成「016 館運轉安全分析報告」，職安會 7 月 18 日安會字第 0970000124 號函准予備查。
 - (4)分析線鉛室污染狀況取樣， α ： $\sim 20 \text{ Bq}/100\text{cm}^2$ 、 β ： 3.7×10^3

Bq/100cm² 、 γ : 900 Bq/100cm²。

- (5)建置 3 個隔離操作區，包括 G32 室拆除分離作業區、A55 室切割減容作業區與 A43 室包裹、裝箱、裝桶處置作業區。(6)完成六只盛裝容器之木箱移位與保養及隔離操作區輻防儀器規劃與配置及測試。
 - (7)完成「016 館分析線鉛室除污(拆除)作業程序書」5 份，職安會 11 月 4 日安會字第 0970000172 號函同意備查。
 - (8)11 月 10~12 日完成 016 館分析線鉛室鉛屏拆除教育訓練與輻射工作人員聯合演練。
 - (9)完成 016 館分析線鉛室週邊設施與外圍鉛屏拆除、除污，12 月 12 日將 25 塊總重 26 噸鉛牆送化工組 031 館貯存。
- 4.核設施及放射性廢棄物解除管制技術研究(成果佐證資料如附錄一 1-4-1~1-4-19)
- (1)完成 4 偵檢頭型桶型表面劑量率偵測系統製作及測試。
 - (2)完成輸送帶篩檢系統建立與性能測試報告，配合設施除役現場作業，進行貨櫃改裝及各類不同高度樣品量測效率校正檔建立。
 - (3)完成 SWAM2 總加馬量測系統性能測試，執行廢金屬外釋作業，完成 SWAM2 總加馬比活度量測 600 桶；Q2 比活度驗證量測 252 桶；協助職安會抽驗量測 12 桶。
 - (4)與國家實驗室合作完成國內首屆解除管制試樣量測與分析能力試驗試運作，共有台電核一、二、三廠保物課、放射試驗室、原能會物管局及 TAF 等 6 個單位 14 部儀器參加，完成總結研討會一場，同時訂定「放射性廢棄物解除管制量測技術規範」並通過主管機關審核。
 - (5)解除管制量測實驗室參加並所有參加項目皆通過國內首屆「解除管制試樣量測與分析能力試驗」。
 - (6)建立解除管制量測實驗室，並完成品質手冊 1 份、品保程序書 23 份及作業程序書 10 份，以符合 ISO 17025 品質系統，由全國認基金會(TAF)於 11 月 13 日進行現場評鑑。
 - (7)完成廢金屬 600 桶(約 90 公噸)初測篩選，均符合標準。完成前後二次標售作業及外釋清運資源回收，共外釋有廢金屬 501

桶(共 80.9 公噸)。

- (8)完成資訊系統包括：解除管制資訊管理系統、除役專案資訊管理系統、化工組廢棄物管理資訊系統及人員劑量管理系統之建置。
- (9)完成 RESRAD-BUILD 及 COMPASS 應用程式之研究及試運算測試，並建立建物解除管制範例；完成「核設施建物解除管制量測作業規範之劑量評估」報告一篇。
- (10)完成一般性混凝土廢棄物及廢金屬外釋計畫書，已於 11 月送主管機關審查。
- (11)「建立我國放射性廢棄物活度量測驗證制度」參加「原子能委員會參與及建議制度建議案」獲選為「優等獎」，並將代表原能會提報行政院參加評審。
- (12)解除管制團隊獲得原能會「97 年度放射性物料安全營運」績優團體獎，另武及蘭小姐則獲得績優個人獎。

(二)放射性廢棄物處理及處置技術研究與發展

- 1. 超 C 類放射性廢樹脂處理技術研究(成果佐證資料如附錄一圖 2-1-1~2-1-7)
 - (1)完成超 C 類廢棄物處理方法(人造岩石固化)，選擇性吸附劑(吸附 Pu、Sr 或 Cs)等相關資料之蒐集，以及模擬超 C 類廢棄物之降級實驗規劃。
 - (2)完成 SCWO 模擬操作教育訓練，並派送操作人員前往台北市鍋爐壓力容器協會接受「高壓氣體特定設備操作人員」與「第一種壓力容器操作人員」訓練。
 - (3)完成「廢棄物脫除 TRU 之研究」與「有機廢棄物之超臨界水氧化(SCWO)處理研究」兩案委託義守大學合作。並完成利用 SCWO 設備於溫度、壓力等操作變因，對不含金屬廢液之破壞率，以及氧化矽基材結合 CMPO 吸附劑之合成與該吸附劑之效益分析。
 - (4)完成樹脂吸附 Co、Sr、Ce 及 Nd 等實驗，並進行以不同濃度之硝酸、硫酸與磷酸流洗脫附實驗。
 - (5)就成本、減容效益以及廢棄物後續安定化品質面，完成以濕式氧化法處理超 C 類廢樹脂之可行性評估報告撰寫。

- (6)完成以濕式氧化法處理樹脂之 pH 值、雙氧水流率、雙氧水用量、觸媒濃度等控制變因實驗。
- (7)完成以 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 共沉澱法處理Co、Sr及Nd之實驗。
- 2. 除役大件(量)廢棄物與系統設備除污技術精進與設施性能改善研究(成果佐證資料如附錄一 2-2-1~2-2-26)
 - (1)完成 012 館除污設施性能改善計 12 件，另精進除污劑再生技術，使 Cs 移除率由 5%提升至 90%以上。
 - (2)完成無機水性乳膠除污劑配方實驗，此一膠體於靜置時呈凝膠態，使用時攪拌呈流體態即可使用，方便運送及保存。
 - (3)完成無機水性乳膠除污劑(EH-5)配方比例實驗，結果顯示組成份以 EH-5 為 15%之效果最佳。
 - (4)完成添加不同除污劑成份(EDTA、OXALIC、CITRIC、 H_2SO_4)至EH-5(15%)膠體等實驗效果測試。
 - (5)完成水泥碎塊污染去除之微波輔助除污法功率影響及作用時間等除污操作條件測試、化學浸漬溶液配方精進改善及低劑量核種電化學除污可行性測試與最佳操作條件測試，其中以電化學法可達外釋標準 0.1Bq/g 以下。
 - (6)智慧型膠體除污技術研發獲得本所 40 週年所慶「技藝競賽獎」及鍾人傑先生獲得原能會「97 年度放射性物料研究發展傑出貢獻個人獎」。
- 3. 低放射性廢棄物最終處置場安全審查技術研究(第二期)(成果佐證資料如附錄一 2-3-1~2-3-9)
 - (1)進行工程障壁異常情節安全因素群(FEPs)之彙整，及完成安全評估參數列表，並進行參數數值合理性分析安全評估，同時進行藉由安全因素群(FEPs)之彙整，及完成安全評估參數列表，並進行整合模組之驗證，分別利用 FEHM、解析解與 GoldSim 三個程式進行核種傳輸之比對，完成「發展簡化且具代表性安全評估模式建立技術」技術報告投稿於國內期刊發表。並據以進行模擬案例之案例驗證程序，所得結果撰寫成「建立與驗證 GoldSim 平台的離散裂隙網路技術」技術報告。
 - (2)分別針對廢棄物罐、回填材料、結構材料與襯砌、排水材料

與覆蓋材料等五項材料及其功能進行探討，並完成「低放射性廢棄物處置場工程障壁材料之耐久性影響因子分析」技術報告。同時針對可能之坑道與近地表處置方式進行工程障壁材料敏度分析，完成「On the Distribution Type of Uncertain Input for Probabilistic Assessment」技術報告並投稿於之國外SCI 期刊，並由後續分析得到材料對核種之分配係數對核種釋出之影響最為顯著，其他因素為環境地下水對核種之溶解度亦顯得相對重要。

(3)由於安全分析所發展而衍生之分析資料、參數數值、引用文獻，以及分析結果之圖表甚多，且最終處置場安全分析歷時長遠，因此建置低放射性廢棄物最終處置安全分析資料庫，以儲存歷年研發之成果。此資料庫目前完成以 E-R Model 分析地形與地貌、地質與地震、天然資源、生態、交通狀況等資料實體關聯、氣象資料相關實體關聯、地表水資料相關實體關聯、地球化學、大地工程特性等資料相關實體關聯之建立。

(4)完成模擬評估潛在場址未來若低放射性廢棄物最終處置場在運轉時之異常事件(包含火災、自由落體散落、氣動懸浮)的工作人員與民眾的輻射劑量，經評估結果顯示，該設施於運轉異常時，對於工作人員與民眾所造成最大輻射劑量，分別為0.389、8.05E-4 mSv，均遠小於法規限值。並完成「低放射性廢棄物最終處置場運轉異常之輻射劑量評估」技術報告。

4. 用過核燃料長期貯存可行性分析(成果佐證資料如附錄一2-4-1~2-4-2)

(1)完成長期貯存引起環境變化要因與貯存系統行為分析，及監測的角色、原則及監測項目類別等。

(2)完成我國用過核子燃料長期貯存設施功能需求及期貯存作業概念研究。

預定目標與預期成果	預定目標與預期成果達成狀況	差異分析
周邊環境清理 3.鉛室分析線拆除安全分析 4.016 館後續清理 (四)核設施及放射性廢棄物解除管制技術研究 1.設計場邊高靈敏度污染計測與辨識儀具 2.除役完整建物解除管制量測流程及作業規範 3.建立符合 ISO 17025 之檢測服務中心 4.建立輸送帶篩檢系統	除污與清理，達低輻射、低污染管制區標準以下，利於後續使用。 3.完成「核能研究所 016 館分析線鉛室除污計畫書」，原能會同意核備。 4.完成 016 館現有超鈾廢液(220 公升)、污染水泥磚塊(130 塊)、各類污染管路(30 支)及中、高負壓風管之污染檢測與活性評估，並彙集相關資料建立處理方法及撰寫清理計畫書。 1-1.完成四偵檢頭桶型表面劑量率偵測系統系統規劃、偵檢頭設計、偵測主機設計。 1-2.完成國內首屆解除管制試樣量測與分析能力試驗試運作並訂定解除管制試樣量測與分析能力試驗方法。 2-1.完成 COMPASS 程式在建物解除管制量測規劃之應用研究。 2-2.完成 RESRAD-BUILD 程式在建築物解除管制劑量評估之應用研究。 2-3.為建立建物解除管制先期作業量測評估依據：以 RESRAD-BUILD 及 COMPASS 程式試運算測試，完成 008 館 322 室放射化學實驗室、017B 館及 021 館之建物解除管制範例。 2-4.完成「核設施建物解除管制量測作業規範之劑量評估」報告。 3-1.完成 SWAM2 整桶型廢棄物活度監測器之性能評估；完成偵檢器調控 DAC 高壓模組之硬體電路驗證測試與 LabVIEW 量測軟體驗證測試；同時完成系統性能測試與評估，應用執行廢金屬外釋作業，完成 SWAM2 總加馬比活度量測 600 桶。 3-2.參加並通過國內首屆解除管制試樣量測與分析能力試驗。 3-3.建立符合 ISO 17025 品質系統之解除管制量測實驗室，並完成品質手冊 1 份、品保程序書 23 份及作業程序書 10 份，申請認證後於 11 月 13 日由 TAF 進行現場評鑑。 4.完成輸送帶篩檢系統建立與性能測試報告，配合設施除役現場作業，進行貨櫃改裝	達成度：<u>100%</u>

預定目標與預期成果	預定目標與預期成果達成狀況	差異分析
5.一般廢棄物外釋計畫送審 6.除役/解除管制管理資訊系統建置	及各類不同高度樣品量測效率校正檔建立。 5.一般性混凝土廢棄物及廢金屬外釋計畫書已由本所職安會審查通過；並送主管機關審查中。 6.完成解除管制資訊管理系統、除役專案資訊管理系統、化工組廢棄物管理資訊系統、人員劑量管理系統等建置。	
三、放射性廢棄物處理及處置技術研究與發展 (一)超C類放射性廢樹脂處理技術研究 1.濕式氧化法處理超C類廢樹脂可行性評估 2.超C類廢樹脂最適處理技術	1.分別就成本、減容效益以及廢棄物後續安定化品質進行濕式氧化法處理超C類廢樹脂之可行性評估，並完成評估報告。TRR廢樹脂中含TRU核種，經過評估單以濕式氧化法處理並不合適且不符成本效益。因此原規劃「處理系統之基本設計與細部設計」工作，目前則暫無執行之迫切性，將先進行「模擬超C類廢樹脂之模擬TRU核種脫除研究」，待廢樹脂降級後以濕式氧化法處理確認可行，再進行處理系統設計。 2.超C類廢樹脂最適處理技術研發策略為先進無放射性樹脂之模擬TRU核種脫除實驗，確認可行後，再進行實際超C類廢樹脂之驗證。經脫除TRU後之樹脂，再以濕式氧化與高效率固化技術(WOHEST)處理，而脫除之TRU再經沈澱濃縮程序減少其體積，再妥善規劃其後續之安定化。目前完成樹脂飽和吸附Co、Sr、Ce及Nd等實驗，以及以硫酸、硝酸、磷酸等洗脫附實驗。酸洗脫附後的廢液以共沉澱法處理，目前已完成Co、Sr及Nd以Fe(OH) ₃ 共沉澱實驗。另外，委託義守大學執行之氧化矽基材結合CMPO吸附劑之合成，亦可做為發展最適處理技術的參考。	達成度： <u>100%</u>
(二)除役大件(量)廢棄物與系統設備除污技術精進與設施性能改善研究 1.改善除污二次廢棄物處理技術	1-1.精進除污劑再生技術，銫移除率可由5%以下提升至90%以上。 1-2.實驗室型除污劑再生硫酸亞鐵結晶法，以	達成度： <u>100%</u>

預定目標與預期成果	預定目標與預期成果達成狀況	差異分析
2.改善商用廢棄膠體除污劑回收 3.混凝土廢棄物化學浸漬除污操作條件改善 4.支援金屬廢棄物除污設備運轉 (三)低放射性廢棄物最終處置場安全審查技術研究(第二期) 1.國外案例安全評估模擬驗證 2.生物圈評估模式審查要點研擬 3.混凝土包裝容器耐久性評估	批次方式處理 Fe 移除率可達 83.4%。 2-1.改善目前商業化膠體除污劑主要成份為水/油/界面活性劑等混合而成，於除污完後需使用大量水清洗之缺點，本研究使用以無機成分為主，製成膠體除污劑，可直接擦拭或使用吸塵器吸取方式去除，可減少大量除污廢水之生成。 2-2.完成無機水性乳膠除污劑組成份(EH-5)配方比例確認，以 15%效果最佳，且進行除污劑添加實驗測試效果。 3.完成水泥碎塊污染去除之微波輔助除污法功率影響及作用時間等除污操作條件測試、化學浸漬溶液配方精進改善及低劑量核種電化學除污可行性測試與最佳操作條件測試，其中電化學法可達 0.1Bq/g 外釋標準。 4.完成 012 館除污設施性能改善計 12 件。 1.藉由安全因素群(FEPs)之彙整，及完成安全評估參數列表，並進行參數數值合理性之評析與評估程式之聯結測試，進行整合模組之驗證，分別利用 FEHM、解析解與 GoldSim 三個程式進行核種傳輸之比對，完成「發展簡化且具代表性安全評估模式建立技術」報告投稿於國內期刊。並據以進行模擬案例之案例驗證程序，完成「建立與驗證 GoldSim 平台的離散裂隙網路技術」技術報告。 2.根據包括概念情節與分析模型、分析之低放射性廢棄物核種描述、核種傳輸特性、輻射劑量評估、輻射劑量與法規要求等項目，完成研擬有關處置設施安全評估之生物圈審查注意事項，並將成果撰寫成「低放射性廢棄物處置場生物圈安全分析審查注意事項研擬」技術報告。 3.經國外文獻分析所得混凝土包裝容器之耐久性主要受時間、化學性質、物理性質與生物性質等因素影響，本工作於 10 月底完成性質之耐久性評估。經由雙軸攪拌機之組裝	達成度：100%

預定目標與預期成果	預定目標與預期成果達成狀況	差異分析
4.處置場環境及障壁材料 耐久性因子敏感度分析 5.處置場混凝土障壁服務 年限預估模式 6.處置場異常狀況輻射劑 量評估 (四)用過核燃料長期貯存可 行性分析 1.長期監測探討及用過燃 料再取回評估 2.長期貯存設施與作業概 念分析	與測試，完成混凝土盛裝容器模型廠之建置。在化學性質方面則完成耐腐蝕擴散實驗建立，進行及完成提供容器之耐久性評估。 4. 分別針對廢棄物罐、回填材料、結構材料與襯砌、排水材料與覆蓋材料等五項材料及其功能進行探討，並完成「低放射性廢棄物處置場工程障壁材料之耐久性影響因子分析」技術報告。同時針對可能之坑道與近地表處置方式進行工程障壁材料敏感度分析，完成「On the Distribution Type of Uncertain Input for Probabilistic Assessment」技術報告並投稿於國外 SCI 期刊，並由後續分析得到材料對核種之分配係數對核種釋出之影響最為顯著，其他因素為環境地下水對核種之溶解度亦顯得相對重要。 5. 分別針對不同之鋼纖維混凝土材料參數、內盛物材料等參數進行電腦模擬測試，完成測試後，進行並完成不同年限之混凝土障壁壽命對核種外釋之預估模式。 6. 完成模擬評估潛在場址未來若低放射性廢棄物最終處置場在運轉時之異常事件(包含火災、自由落體散落、氣動懸浮)的工作人員與民眾的輻射劑量，經評估結果顯示，該設施於運轉異常時，對於工作人員與民眾所造成最大輻射劑量，分別為 0.389、8.05E-4 mSv，均遠小於法規限值。本項成果並完成「低放射性廢棄物最終處置場運轉異常之輻射劑量評估」技術報告。 1. 完成長期貯存監測的議題釐清，及探討監測的角色、基本原則、類別、必要資訊、引起貯存環境變化要因、貯存系統行為。監測的項目包含貯存場結構退化、廢棄物包件行為、貯存場範圍的化學變化、周遭岩體的變化、環境資料、核子保防等六類。 2. 完成用過核子燃料長期貯存設施需求與作業概念研究，包含地表廠房式或地下坑道式長期貯存設施型式。	達成度：<u>100%</u>

參、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(金額單位：千元)

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	名稱	經費			
核設施除役及廢棄物管理技術之發展與應用	88,078			陳鴻斌	核能研究所工程組	
		核設施除役及解除管制技術研究	57,993	喬凌寰	核能研究所工程組	1.研究用反應器拆除技術研究-工程組(7,016) 2.高活度污染設施處理技術研究-工程組(33,281) 3.超鈾儲存設施拆除技術發展-化學組(8,876) 4.核設施及放射性廢棄物解除管制技術研究-保物組(8,820)
		放射性廢棄物處理及處置技術研究與發展	30,085	蔡光福	核能研究所化工組	1.超 C 類放射性廢樹脂處理技術研究-化工組(6,917) 2.除役大件(量)廢棄物與系統設備除污技術精進與設施性能改善研究-化工組(7,985) 3.低放射性廢棄物最終處置場安全審查技術研究-化工組(13,120) 4.用過核燃料長期貯存可行性分析-化工組(2,063)

(二)經資門經費表

會計科目 \ 項目		預算數(執行數) / 元			備註	
		主管機關預算 (委託、補助)	自 籌 款	合 計		
				金額(元)		占總經費%
一、經常支出						原計畫分配數 流用 191,335 元 至資本支出
1.人事費						
2.業務費		50,129,000		49,937,665 (49,649,843)	56.70% (56.37%)	1.保留數 157,431 元 2.節餘 130,391 元
3.差旅費						
4.管理費						
5.營業稅						
小計		50,129,000		49,937,665 (49,649,843)	56.70% (56.37%)	保留 157,431 元
二、資本支出						原計畫分配數 由經常支出流 入 191,335 元
1.設備費		37,949,000		38,140,335 (38,124,863)	43.30% (43.29%)	節餘 15,472 元
小計		37,949,000		38,140,335 (38,124,863)	43.30% (43.29%)	
合計	金額	88,078,000		88,078,000 (87,774,706)	100.00% (99.66%)	1.保留數 157,431 元 2.節餘 145,863 元
	占總經費%： (執行數÷總預算)	100%		99.66%		

※與原計畫規劃差異說明：

計畫經費運用係依據預算分配及施政計畫資本門項目表，每月定期檢討實際執行狀況之比較分析，以提昇經費活用及結報率。本年度計畫經常支出預算數為 49,937,665 元，實際結報數為 49,649,843 元，執行率達 99.42%。惟「012 館南/北廂房及燃料池屋頂防漏修繕工程委託規劃設計監造」案中監造經費 157,431 元，配合防漏修繕工程需予辦理保留至 98 年 3 月完工驗收後付款；資本支出預算數為 38,140,335 元，實際結報數為 38,124,863 元，執行率達 99.96%；經資門支出合計預算數為 88,078,000 元，實際結報數合計為 87,774,706 元，總經費執行率達 99.66%，本年度保留 157,431 元，節餘 145,863 元繳庫，執行情形良好。

二、計畫人力運用情形：

(一)計畫人力(人年)

計畫名稱	執行情形	總人力	研究員級	副研究員級	助理研究員級	助理
分支計畫 核設施除役及廢棄物管理技術之發展與應用	原訂	41.95	2.48	10.90	17.32	11.25
	實際	36.31	2.06	9.99	14.57	9.69
	差異	-5.64	-0.42	-0.91	-2.75	-1.56
分項計畫 核設施除役及解除管制技術研究	原訂	25.93	0.80	6.10	9.98	9.05
	實際	21.15	0.67	5.30	7.44	7.74
	差異	-4.78	-0.13	-0.80	-2.54	-1.31
分項計畫 放射性廢棄物處理及處置技術研究與發展	原訂	16.02	1.68	4.80	7.34	2.20
	實際	15.16	1.39	4.69	7.13	1.95
	差異	-0.86	-0.29	-0.11	-0.21	-0.25

※與原計畫規劃差異說明：

本年度全年規劃投入之研究人力 41.95 人年；全年實際投入之研究人力 36.31 人年，實際參與較原訂規劃差異少 5.64 人年。主要差異原因為原規劃人員配合全所整體需求，調整參與其他計畫工作，以及同仁離職與退休等因素所致，該等原規劃在計畫內之工作已安排接替人員接手，對計畫整體進度未造成影響。

說明：

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。

(二)主要人力投入情形(副研究員級以上)

姓名	計畫職稱	投入人月數 及工作重點	學、經歷及專長	
施建樑	研究員 (97.01~07 主持人)	2.4 分支計畫規劃研擬與督導執行	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子能工程
黃毓皓	研究員 (97.01~07 共同主持 人)	2.3 放射性廢棄物處理及處置技術研究與 發展分項計畫督導執行	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子能工程
蔡光福	研究員 (97.09~12 共同主持 人)	1.2 放射性廢棄物處理及處置技術研究與 發展分項計畫督導執行	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子能工程
李中新	研究員 (子項負 責人)	7.6 負責執行超鈾貯存設施拆除計畫	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子能工程
曾訓華	研究員	0.5 大型檢測系統研發精進	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	電子電機工程
陳朝鈺	工程師	5.8 超 C 類廢樹脂處理研究	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	化學工程
張志清	工程師	6.1 超 C 類廢樹脂處理研究	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	化學工程
吳柏林	工程師	1.3 低放處置安全評估研究	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	土木水利工程
陳鴻斌	副研究員 (97.08~12 主持人)	3.2 分支計畫規劃研擬與督導執行	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	電子電機工程

姓名	計畫職稱	投入人月數 及工作重點	學、經歷及專長	
喬凌震	副研究員 (共同主 持人兼子 項負責 人)	7.6 核設施除役及解除管制技術研究 分項計畫督導執行及負責執行高活度 污染設施拆除計畫	學 歷	學士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子能工程
王正忠	副研究員 (子項負 責人)	7.3 負責執行核設施及放射性廢棄物 解除管制技術研究計畫	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	化學
陳又平	副研究員 (子項負 責人)	4.8 負責執行超 C 類廢樹脂處理計畫	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	化學工程
張福麟	副研究員 (子項負 責人)	7.0 負責執行低放處置安全審查 技術研究計畫	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	土木水利工程
莊文壽	副研究員	4.4 負責執行用過核燃料 長期貯存可行性分析計畫	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	化學
任天熹	副研究員	3.5 核燃料安定化設備機械設計	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	機械工程
曹正熙	副研究員	2.0 核燃料安定化程序建立及執行	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子能工程
胥耀華	副研究員	0.8 核燃料安定化密封程序建立	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	材料科技
馬 力	副研究員	11.1 核燃料安定化運貯規劃及執行	學 歷	學士
			經 歷	核能研究所
			專 長	機械工程
許恒雄	副研究員	8.9	學 歷	學士

姓名	計畫職稱	投入人月數 及工作重點	學、經歷及專長	
		廢樹脂移貯系統設計	經 歷	核能研究所
			專 長	原子能工程
諸葛志春	副研究員	7.0 高活度廢棄物清理執行	學 歷	學士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子能工程
羅文璉	副研究員	1.0 高活度廢棄物清理執行	學 歷	學士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子能工程
徐金登	副研究員	3.4 高活度廢棄物清理執行	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	0.4 TRR 爐體拆除技術研究	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	原子能工程
周貽新	副研究員	2.3 解除管制資訊整合系統	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	電子電機工程
劉懋鑫	副研究員	6.1 大型檢測系統研發精進	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	電子電機工程
魏聰揚	副研究員	0.8 除污劑回收技術研究	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	化學工程
鍾人傑	副研究員	10.7 膠體除污劑研究	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	化學
邱銘亮	副研究員	8.4 除污劑固化研究	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所

姓名	計畫職稱	投入人月數 及工作重點	學、經歷及專長	
			專 長	化學工程
朱信忠	副研究員	3.8 低放處置安全評估研究	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	化學工程
施清芳	副研究員	1.1 低放處置安全評估研究	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	土木水利工程
張賜康	副工程師	1.1 外釋偵檢與樣品分析	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	化學
黃朝偉	副工程師	3.1 除污技術研究	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	化學工程
郭明傳	副工程師	3.2 低放處置安全評估研究	學 歷	博士
			經 歷	核能研究所
			專 長	土木水利工程
李禎常	副工程師	7.2 低放處置安全評估研究	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	土木水利工程
李崙暉	助理 研究員 (子項負 責人)	9.6 負責執行研究用反應器拆除 技術研究計畫	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	電子電機工程
紀立民	助理 研究員 (子項負 責人)	6.4 低放處置接收標準及過核燃料 長期貯存可行性研究	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	地球科學
林國明	研究助理 (子項負 責人)	10.4 負責執行除污技術精進與 設施性能改善研究計畫	學 歷	碩士
			經 歷	核能研究所
			專 長	化學工程

姓名	計畫職稱	投入人月數 及工作重點	學、經歷及專長
合計		176.6 人月	

肆、計畫已獲得之主要成就與量化成果(output)

《網址：<http://www.grb.gov.tw>》

表一 科技計畫之績效指標(請依計畫性質勾選項目，色塊區為必填)

計畫類別 績效指標	1	2	3	4	5	6	7	8	9	99
	學術研究	創新前瞻	技術發展(開發)	系統發展(開發)	政策、法規、制度、規範、系統之規劃(制訂)	研發環境建構(改善)	人才培育(訓練)	研究計劃管理	研究調查	其他
A 論文			✓							
B 研究團隊養成										
C 博碩士培育			✓							
D 研究報告										
E 辦理學術活動			✓							
F 形成教材										
G 專利			✓							
H 技術報告			✓							
I 技術活動										
J 技術移轉			✓							
S 技術服務			✓							
K 規範/標準制訂										
L 促成廠商或產業團體投資										
M 創新產業或模式建立										
N 協助提昇我國產業全球地位或產業競爭力										
O 共通/檢測技術服務										
T 促成與學界或產業團體合作研究										
U 促成智財權資金融通										
V 提高能源利用率										
W 提昇公共服務										
X 提高人民或業者收入										
P 創業育成										
Q 資訊服務										
R 增加就業			✓							
Y 資料庫			✓							
Z 調查成果										
AA 決策依據										

表二 請依上表勾選合適計畫評估之項目填寫初級產出、效益及重大突破

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
技術創新(科技整合創新)	A 論文	1.期刊論文 14 篇(國內 4 篇/國外 SCI 接受刊登 1 篇/國外 SCI 申請 9 篇)。 2.研討會論文 13 篇(國內 9 篇/國外 4 篇)。	研究成果論文發表於重要期刊上，有助增進研發成果的可信度，及提供國內相關技術研究參考。	
	C 博碩士培育	1.碩士研究生 5 人 2.博士研究生 1 人	養成國內未來從事放射性廢棄物處理人才。	
	E 辦理學術活動	1.辦理解除管制量測能力試驗說明會 1 場次。 2.辦理解除管制量測能力試驗總結研討會 1 場次。	推動國內解除管制量測比對制度建立，帶動國內外釋計畫，發揮全面廢棄物減廢效益。	
	G 專利	1.專利申請 15 件(國內 9 件/國外(美國)6 件)。 2.專利獲得 3 件(國內 3 件)。	開發自主技術應用於核設施除役及放射性廢棄物處理相關之技術服務案，利於國內外產業市場拓展。	
	H 技術報告	數量 87 篇	供國內核設施除污除役與廢棄物處理等工作之經驗傳承及未來相關作業參考，及供主管機關審查低放處置場文件參考。	
	J 技術移轉	「放射性濕性廢棄物高效率處理技術」授權金 600 萬元，權利金每建置一套系統 1,500 萬元。	本案對技轉廠商將製造 15 億以上之商機，且因高效率固化技術具有高減容效果，國內目前粒狀樹脂之減容比達 3.0 以上，對最終處置經費，每一核電廠積貯與例行產量每年將有 9,000 萬之經濟效益。	研發專利成功技術授權國內企業，為放射性廢棄物處理技術產業化奠定重要里程碑。
	S 技術服務	執行接受外界委託研究之技術服務案計 8 項，實際收入共計 120,074 千元。	協助國內企業解決核能應用問題及增加收入。	

		績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
社會影響	民生社會發展	R 增加就業	26 人	執行技術服務委託研究，聘用專業支援人員，增加就業機會。	
(科技政策管理及其它) 其他效益		Y 資料庫	完成系統建置： 1.解除管制資訊管理系統。 2.除役專案資訊管理系統。 3.化工組廢棄物管理資訊系統。 4.人員劑量管理系統等。	以數位與網路方式，有效保存各項記錄與文件、報告等資料，提供方便的工作平台，增加工作效率、避免人為錯誤。更具有經驗傳承之功效。	

伍、評估主要成就及成果之價值與貢獻度 (outcome)

一、學術成就(科技基礎研究) (權重5%)

- (一)本年度計畫發表研討會論文共 13 篇，包括國內研討會 9 篇、國際研討會 4 篇；國外期刊論文申請 9 篇、國內期刊論文發表 4 篇、國外 SCI 期刊論文刊登 1 篇，刊登於“Stochastic Environmental Research and Risk Assessment”。
- (二)本計畫之性質較偏重在實際執行工程項目，主要藉以建立及累積除役技術與實務經驗，有利於後續核設施除役規劃與執行，傳承在除污/除役工作上的心得、經驗及技術，增進除役作業與後端營運之安全性。相關之研究報告可應用本所 TRR 爐體之拆除及提供未來核電廠除役工作之參考。
- (三)藉建立之管制劑量評估技術參與國際性研討會，掌握歐美日各國解除技術現況與發展趨勢，進行學術與研究心得交流，擴展視野並提昇研發水準。
- (四)國內正積極推行低放射性廢棄物最終處置工作，相關之研究成果可提供參考，將可協助主管機關對低放射性廢棄物處置設施之系統功能進行評估，對業主所提出之安全分析結果進行查驗與確認。
- (五)本年度委託國內大學研究計畫 4 項，分別為(1)義守大學化工系王詩涵教授「廢棄物脫除 TRU 之研究」；(2)義守大學化工系梁明在教授「有機廢棄物之超臨界水氧化(SCWO)處理研究」；(3)高雄應用科技大學化工與材料系楊文都教授「用過膠體除污劑處理研究」；(4)台灣科技大學營建系黃兆龍教授「高完整性承裝容器製程自動化研究」。帶動國內學術單位參與放射性廢棄物處理與處置領域研究工作，並養成國內未來從事放射性廢棄物處理人才。

二、技術創新(科技整合創新) (權重30%)

- (一)完成 TRR 資料檢索系統及爐體及爐內組件 3D 模型建立，並應用於爐體拆除程序研究發展，對除役技術資料搜尋、爐體拆除數據獲得及程序應用，可減少大量時間，有效提昇工作效能。

- (二)廢樹脂移貯採用「管路傳送」之方式，由燃料池直接以管線傳送至 TRR 地下室 023 房(預定安定化處理場所)之暫貯桶，以安全暫貯廢樹脂，並方便後續再取出執行安定化處理，使原空間達到再使用之目標。
- (三)針對 016 館分析線鉛室拆除除污建置拆除分離作業區、切割減容作業區與包裹、裝箱、裝桶處置作業區等 3 個隔離操作空間，可有效防制污染擴散與阿伐空浮釋出館外，可提振輻射工作人員士氣，維護核能安全。
- (四)經由執行計畫所獲得之成果與經驗，可以為未來商用反應器除役直接參考之本土化技術經驗；共通性之除役技術需求，包括設施除役前盤點、廢棄物管理、廢棄物外釋、解除管制等均具有實際應用價值之經驗及技術。其中除濕性廢棄物高效處理技術已技轉將實際應用於核電廠外，廢金屬之除污及解除管制技術等皆可 scale up 供應用並達 90%以上之減廢效果。
- (五)由國人自行設計及研發符合法規要求之放射性廢棄物活度量測之標準驗證假體技術，據以建立可追溯至國家標準及符合國際 ISO 品質規範的廢棄物活度量測驗證制度；技服國內核能產業建立關鍵驗證技術使我國廢棄物活度量測技術與國際同步。建立我國廢棄物活度量測校正技術及量測追溯驗證體系，使我國放射性廢棄物的活度量測技術邁入一重要里程碑。
- (六)研發超 C 類放射性廢樹脂降級與最適處理，主要為解決本所 TRR 廢樹脂之處理與安定化等問題，建立國人對於放射性廢棄物處理的信心，未來可推廣至國外放射性處理設施內類似廢棄物之處理。
- (七)成功開發智慧型膠體除污劑除污技術，具顯色功能可指示 Co、Cs、Sr 核種位置，可控制成膜時間及膜彈性，對鬆散污染除污效率可達 80%以上，適用於除役現場可避免放射性污染擴散、降低工作環境輻射劑量、確保人員安全，可應用於意外事故之緊急應變處置；本項技術開發獲得本所 40 週年所慶「技藝競賽獎」及原能會「97 年度放射性物料研究發展傑出貢獻個人獎」。未來提昇顯色靈敏度後，亦可衍生應用於核設施解除管制前與廢棄物外釋前查驗污染 spot 偵檢。

- (八)增強了異常狀況下 FEPs (如運轉輻射異常與海水上升等) 之分析，並加入以往正常情節下核種釋出之長期安全分析，得以建構符合「低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則」之安全分析範疇。
- (九)國內首次對於用過核子燃料長期貯存議題進行研發，先期釐清用過核子燃料長期貯存設施功能需求與作業概念，建立我國用過核子燃料管理措施決策方案之科學基礎。

三、經濟效益(產業經濟發展)(權重30%)

- (一)審慎規劃拆除廢棄物調查，可減少放射性廢棄物貯存所需之社會成本。配合計畫之執行，可逐步建立自主的除役技術，實際運用於現場工作，降低對國外之技術依賴，可有效掌握時程，並節省作業成本。
- (二)完成 031 館第 2 批廢金屬 600 桶(約 90 公噸)初測篩選均符合標準，並完成 SWAM2 量測及 Q2 分析驗證。其中 501 桶(共 80.9 公噸)分別於 7 月 4 日(37.4 公噸標售 616,668 元)及 11 月 24 日(43.5 公噸標售 271,855 元)共標售得 888,523 元，並完成外釋清運資源回收；尚餘 9.1 噸外釋申請待職安會審查；另外，完成 039 館輻射管制區實驗室清理除污後之 12.8 噸廢金屬外釋標售 228,792 元與外釋清運；除了標售所得之直接收益外，間接之效益以本所接收廢金屬類之處理貯存費用為 432 元/kg，最終處置成本為 302 元/kg 估算，本年外釋 90 公噸所節省之貯存與處置成本達 6,600 餘萬元。有效解決本所廢棄物倉貯壓力，達廢棄減量及資源再利用之環保永續資源目的。
- (三)完成 012 館除污中心除污設備性能改善及除污劑再生技術精進，使除污設施順利運轉，節省本所處理污染金屬費用，並使資源回收再利用，預估每年節省 1,000 萬以上。
- (四)本所研發專利「放射性濕性廢棄物高效率處理技術」成功技術授權國內企業，授權金 600 萬元，權利金每建置一套系統 1,500 萬元，為放射性廢棄物處理技術產業化奠定重要里程碑。本所除獲簽約授權金及預估 7,500 萬元之權利金外，本案對技轉廠商將製造 15 億以上之商機，且因高效率固化技術具有高減容效果，國內目前粒狀樹脂之減容比達 3.0 以上，對最終處置經費，每一核

電廠積貯與例行產量每年將有 9,000 萬之經濟效益。

- (五)低放射性廢棄物最終處置場安全評估技術之建立，可以使我國處置工作在確保安全性的前提下，提供處置系統功能評估與設施最適化設計相結合，尋求更經濟有效的方法解決放射性廢棄物最終處置問題。對於節省處置設施之建造費用成本有重大之效益。

四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續) (權重20%)

- (一)有效掌握爐體和爐內組件活化污染狀況，可保障未來爐體拆除期間之輻射安全。執行高活度污染設施清理，逐步將 TRR 燃料池內諸多高活度廢棄物經適當處理，如安定化或加設屏蔽包裝後，移置較完善廢棄物貯存設施，以提昇週遭環境輻射安全保障，對社會具有正面影響。
- (二)已完成 7 根用過燃料棒運送熱室執行安定化作業，鈾粉 125 罐(4 公升/罐)收集作業，與高活度廢樹脂移貯設備安裝及模擬測試等作業，其效益為增進 TRR 廠區之輻射安全及環境保護。
- (三)016 館後續蛻變為零阿伐污染實驗室之進程包括拆除、除污、環境清理，由於充分之輻防維護，未造成任何超鈾污染與阿伐空浮，對民眾安全與環境永續有所貢獻。
- (四)配合產業對放射性廢棄物量測的品質需求，與國家標準實驗室合作提供第三者能力驗證之機制與技術服務。且由國家標準實驗室發展適合我國現有量測儀器之校驗假體，技服國內產業提升廢棄物活度量測品質。
- (五)建置核設施除役管理資訊系統，可完整保存核設施除役於規劃、執行之資料，並精確掌握後續物料流向狀況，減少社會大眾對於放射性廢棄物管理及解除管制處理方式之疑慮。
- (六)低放射性廢棄物最終處置安全分析技術之建立，配合與參與國際研討會及文章發表，並配合 98 年度規劃之實驗工作，得以進行安全分析之實證，以增進研發成果的可信度，進而建立國人對於低放射性廢棄物處置場安全營運的信心。

五、其它效益(科技政策管理及其它) (權重15%)

- (一)研究用核設施除役之執行及相關廢棄物處理技術之發展所獲得之經驗，可以為未來商用反應器除役直接參考之本土化技術經

驗；其執行成果亦有助於澄清核能應用之安全性及環境永續經營之疑慮。共通性之除役技術需求，包括設施除役前盤點、廢棄物管理、廢棄物外釋、解除管制等均建立具有實際應用價值之經驗及技術。

- (二)本計畫各項安全工作之推動均有錄影監控設備持續紀錄，進而製作光碟永久保存，除供日後相關工作之安全措施參考外，亦可作為修正之依據。並可做為新進同仁之學習教材及經驗傳承資訊。
- (三)為避免人員退休或變動所造成之廢棄物資料流失，化工組廢棄物管理資訊系統以集中管理方式，匯入核設施除役管理資訊系統。配合知識管理需求以及 e 化管理趨勢，目前循行政管理及計畫管理體系逐步建置，朝完整保存核設施除役規劃、執行及後續物料流向之紀錄；朝向累積加強除役技術深、彙整廣度，以達經驗傳承目的。

陸、與相關計畫之配合

- 一、TRR 用過燃料安定化工作，因涉及對國際原子能總署核子保防承諾，故須對用過燃料及其安定化產物分別進行量測，而此中子量測設備故障頻仍，零配件取得困難，致延宕作業進度；令本項作業需要大量使用熱室設備與操作人力，執行過程中與燃材組緊密配合調度熱室資源之運用，後續皆需要密切協調以完成燃料安定化工作。
- 二、超鈾儲存設施拆除工作仰賴工程組之機械設計、保物組之活性檢測評估與環境監測及作業人員尿樣與體內劑量評估、化工組活性廢棄物之清理等技術支援以克盡其功。
- 三、協助 040 館及 017B 館之前置清理篩檢第一階段偵檢量測作業。
- 四、技術支援 012 館廢金屬除污設施性能改善 12 項，提昇運轉效率。

柒、後續工作構想之重點

- 一、研究用反應器拆除技術研究，後續一方面將執行生物屏蔽取樣分析，以提出廢棄物調查報告，另一方面配合拆除程序的概念規劃和工程模擬技術，繼續研究發展，提出適用的拆除工法。未來將配合安全分析、設備設施建置和實體模擬等研發階段，最終目標為研究用反應器爐體除役。
- 二、高活度污染設施清理，後續工作除繼續執行用過燃料安定化、鈾粉

- 收集、廢樹脂移貯等作業外，並將加強燃料池池水濾淨及池壁除污工法規劃。
- 三、執行超鈾儲存設施拆除工作在周密之輻防、工安、環安維護下，有效的放射性廢棄物檢整分類並降低產出量，並正確落實作業人員輻射防護，做好阿伐污染管路(地下、穿牆、穿樓板)廢水、水泥磚塊等之處理與中、高負壓系統之整運、環境清理及 016 館之整建。
- 四、核設施及放射性廢棄物解除管制技術研究，後續主要工作包括完成 TAF 現場評鑑不符合事項改善及回覆並通過核可獲得證書、建立解除管制常見核種(Cs-137)校正及追溯技術、建立高效率 4π 閃爍體量測系統 Cs-137 校正技術、建立解除管制量測實驗室品質認證技術規範、開發我國核種比活度量測儀器系統，及完成除役及解除管制資料管理系統整合。
- 五、超 C 類放射性廢樹脂研究利用酸洗脫除樹脂吸附的模擬超鈾元素，以便於後續運用濕式氧化法處理作業，並持續求取以濕式氧化法處理樹脂之最佳操作參數；此外，評估義守大學執行之「廢棄物中脫除 TRU 之研究」之可行性，以及整合本所與義守大學 TRU 脫除研究之成果。
- 六、由 012 館除污設施運轉經驗，持續改善其設施性能，如驗證銨吸附劑加入除污劑再生製程，使除污劑可多次反覆使用，減少二次廢棄物產量等。發展中之水泥碎塊除污技術，繼續進行實驗研究，以能達外釋且經濟可行為目標；另外建立膠體除污劑除污技術，以應用於核設施除役工作，可降低輻射劑量，避免污染擴散等。
- 七、完成混凝土盛裝容器研製半自動模型廠之設置工作，以及盛裝容器品質測試，並訂立測試標準，最後並完成規範訂定之工作。
- 八、完成低放射性廢棄物最終處置場安全分析中之異常情節之建構，並完成異常狀況之安全評估之工作，並據以建立安全分析審查之注意事項，同時將研發成果納入所建立之低放射性最終處置場安全分析資料庫中。
- 九、進行用過核子燃料再處理國際情勢分析與長期貯存可行性研究，包含技術面與政策面的研討等。

捌、檢討與展望

- 一、研究用反應器除役技術研究計畫，TRR 資料已完成彙整和電子化，

並建立檢索系統，對爐體拆除提供快速且完整的各項參考資料，此外亦達到經驗傳承的目的，可避免因時間久遠產生資料流失的危機，爾後將持續進行除役資訊資料的更新；完成的爐體及爐內組件 3D 模型，已應用於爐體拆除程序研究發展，對計畫執行有極大的助益。

- 二、用過燃料安定化作業，仍受限於作業場地與操作人力不足(受他項計畫排擠)、裝備故障頻仍等因素，無法順利進行工作。98 年已協調將作業場地全面供安定化作業使用，並儘早採購 SPCC 及 BPCC 等量測設備備品，提昇裝備妥善率，以期作業順利進行。
- 三、「放射性廢棄物解除管制量測技術規範」已由主管機關通過定案，內容包含廢棄物量測比對結果之合格判定及不確定度評估標準，為推動量測品質認證及量測追溯制度，未來將規劃與 TAF 協商納入實驗室認規範。
- 四、透過人員教育訓練及持續溝通，使除役專案資訊管理系統的使用率普及化及使用性方便化。
- 五、大型廢棄物檢測系統研發精進相關偵檢系統目前技術成熟，未來可考慮所外技轉規劃。
- 六、經過評估 TRR 廢樹脂單以濕式氧化法處理並不合適且不符成本與整體減容效益，因此原規劃「處理系統之基本設計與細部設計」工作，目前則暫無執行細部設計之迫切性。將先進行「模擬超 C 類廢樹脂之模擬 TRU 核種脫除研究」，待廢樹脂降級後以濕式氧化法處理確認可行，再進行處理系統細部設計。
- 七、水泥碎塊以浸漬法除污研究，目前所測得結果效率僅達 80%，未能達到外釋門檻，已進行以電解法進行測試，可達外釋標準 0.1Bq/g 以下，依現有操作條件初步經濟效益評估，除污成本較直接固化昂貴，將再測試有利於經濟效益之條件，並將所有水泥碎塊除污研究整理成報告，以利未來水泥碎塊處理方式參考。
- 八、低放射性廢棄物最終處置場安全分析程式發展與應用，受限場址未定之故，現階段無法實現研發成果的應用，本所為我國政府組織唯一的核能研究單位，對我國放射性廢棄物處置工作應積極參與，其中核種遷移行為研究更是責無旁貸的研究重點。因此，低放射性廢棄物處置安全評估技術發展之成果需藉由模擬實驗之進行，得以進

行評估技術之實證，並據以提供建場實務設計與運轉申照審查作業之參考。

填表人：陳鴻斌 聯絡電話：03-4711400 轉 3600 傳真電話：03-4711452

E-mail：hbchen@iner.gov.tw

*計畫主管機關審閱後 簽名：_____

※附錄

一、計畫成果佐證資料

(一)核設施除役及解除管制技術研究

1-1.研究用反應器拆除技術研究



圖 1-1-1、資料彙整-藍圖紙本資料



圖 1-1-2、資料彙整-裝置手冊及操作手冊等資料及電子檔案明細

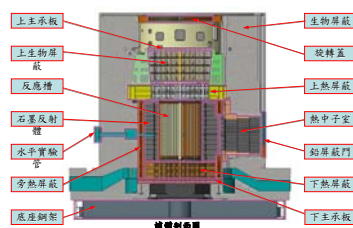


圖 1-1-3、TRR 爐體現況

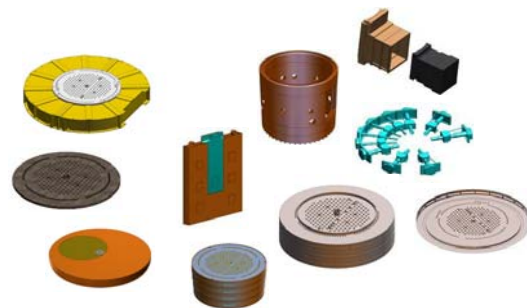


圖 1-1-4、爐內組件 3D 模型

• 85年輻射量測：

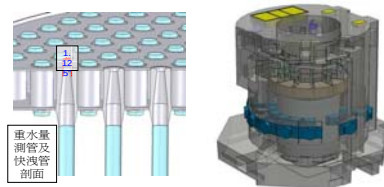
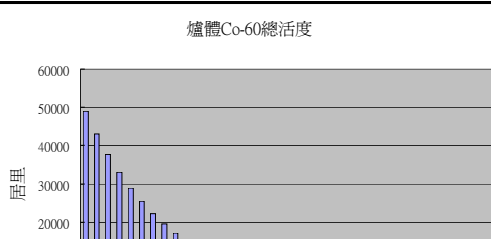


圖 1-1-5、爐體及組件模型建立



圖 1-1-6、爐內組件輻射取樣活度彙整研究



鈷60比活度比較

組件編號	86年	105年	112年	122年
Co60比活度 μCi/g	Co60比活度 μCi/g	Co60比活度 μCi/g	Co60比活度 μCi/g	Co60比活度 μCi/g
1. 可移動上生物屏蔽A	2.14E-03	1.76E-04	7.00E-05	1.88E-05
可移動上生物屏蔽B	9.15E-03	7.52E-04	2.99E-04	8.03E-05
可移動上生物屏蔽C	3.43E-02	2.82E-03	1.12E-03	3.01E-04
可移動上生物屏蔽D	1.37E-01	1.13E-02	4.50E-03	1.21E-03
2. 上熱屏蔽上層	1.49E+02	1.22E+01	4.88E+00	1.31E+00
上熱屏蔽下層	1.29E+03	1.00E+02	4.21E+01	1.13E+01
3. 堆積屏蔽	9.72E+01	7.99E+00	3.18E+00	8.54E-01
4. 上固定式生物屏蔽	2.43E-01	2.00E-02	7.95E-03	2.13E-03
5. 反應槽	8.01E+00	6.58E-01	2.62E-01	7.04E-02
6. 石墨反射體	8.06E+01	6.62E+00	2.64E+00	7.08E-01
7. 旁熱屏蔽 內層				

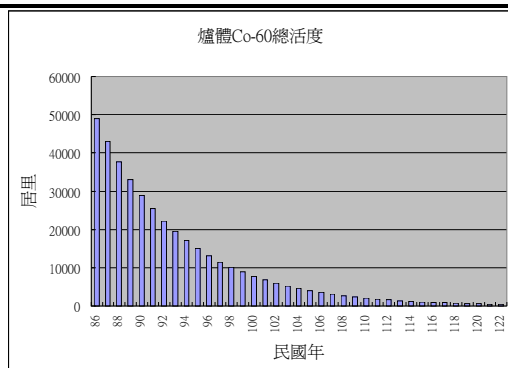


圖 1-1-7、爐體 C-60 總活度衰減工程估算

註60比活度比較

結構組成	86年		105年		112年		122年	
	Co60比活度 μCi/g	廢棄物比 活度分類	Co60比活度 μCi/g	廢棄物比 活度分類	Co60比活度 μCi/g	廢棄物比 活度分類	Co60比活度 μCi/g	廢棄物比 活度分類
1. 可移動上生物屏蔽A	2.14E-03	-	1.76E-04	-	7.00E-05	-	1.88E-05	-
可移動上生物屏蔽B	9.15E-03	-	7.52E-04	-	2.99E-04	-	8.03E-05	-
可移動上生物屏蔽C	3.43E-02	-	2.82E-03	-	1.12E-03	-	3.01E-04	-
可移動上生物屏蔽D	1.37E-01	低	1.13E-02	-	4.50E-03	-	1.21E-03	-
2. 上熱屏蔽上層	1.49E+02	中	1.22E+01	低	4.88E+00	低	1.31E+00	低
上熱屏蔽下層	1.29E+03	高	1.06E+02	中	4.21E+01	低	1.13E+01	低
3. 環熱屏蔽	9.72E+01	中	7.99E+00	低	3.18E+00	低	8.54E-01	低
4. 上固定式生物屏蔽	2.43E-01	低	2.00E-02	-	7.95E-03	-	2.13E-03	-
5. 反應槽	8.01E+00	低	6.58E-01	低	2.62E-01	低	7.04E-02	-
6. 石墨反射層	-	-	-	-	-	-	-	-
7. 旁熱屏蔽 內層	8.06E+01	中	6.62E+00	低	2.64E+00	低	7.08E-01	低
旁熱屏蔽 外層	2.97E+00	低	2.44E+00	低	9.70E-02	-	2.66E-02	-
8. 下熱屏蔽上層	5.93E+02	高	4.79E+01	低	1.91E+01	低	5.11E+00	低
下熱屏蔽中層	8.69E+00	低	7.14E-01	低	2.84E-01	低	7.63E-02	-
下熱屏蔽下層	1.19E-01	低	9.75E-02	-	3.89E-02	-	1.04E-02	-
9. 下主容器	2.25E-03	-	1.85E-04	-	7.35E-05	-	1.97E-05	-
10. 熱中子室 石墨	-	-	-	-	-	-	-	-
熱中子室 鋼門	2.39E-04	-	1.97E-05	-	7.83E-06	-	2.10E-06	-
鋼材框架	5.13E-01	低	4.21E-02	-	1.68E-02	-	4.50E-03	-

圖 1-1-8、爐內組件活度工程估算比較

民國105年概估

結構組成	材料	重量 (MT)	Co-60活度 (Ci)	廢棄物比活度分類	桶數	每桶Co60活度Ci	距0.1m 每桶劑量率 mSv/hr	距1m 每桶劑量率 mSv/hr
1. 可移動上生物屏蔽A	鋼材+混凝土	18.49	3.29E-03	-	63	5.22E-05	0.071	0.001
可移動上生物屏蔽B	鋼材+混凝土	17.49	1.31E-02	-	60	2.19E-04	0.300	0.003
可移動上生物屏蔽C	鋼材+混凝土	17.51	4.93E-02	-	59	8.36E-04	1.145	0.011
可移動上生物屏蔽D	鋼材+混凝土	16.74	1.89E-01	-	56	3.37E-03	4.624	0.046
2. 上熱屏蔽上層	鋼材	16.36	2.00E+02	低	55	3.64E+00	4990.622	49.906
上熱屏蔽下層	鋼材	16.5	1.74E+03	中	55	3.17E+01	43440.252	434.402
3. 環熱屏蔽	鋼材	56.46	4.51E+02	低	189	2.39E+00	3268.295	32.683
4. 上固定式生物屏蔽	鋼材	23.04	4.60E-01	-	77	5.98E-03	8.187	0.082
5. 反應槽	鋁合金	3.12	2.05E+00	低	165	2.39E-02	32.726	0.327
6. 石墨反射層	石墨	60.67	-	-	-	-	-	-
7. 旁熱屏蔽 內層	鋼材	66.66	4.41E+02	低	223	1.98E+00	2710.925	27.109
旁熱屏蔽 外層	鋼材	71.83	1.75E+01	低	240	7.29E-02	99.912	0.999
8. 下熱屏蔽上層	鋼材	24.04	1.15E+03	低	81	1.42E+01	19457.681	194.577
下熱屏蔽中層	鋼材	23.59	1.68E+01	低	79	2.13E-01	291.987	2.920
下熱屏蔽下層	鋼材	23.59	2.30E-01	-	79	2.91E-03	3.990	0.040
9. 下主容器	鋼材	24.49	4.52E-03	-	82	5.51E-05	0.076	0.001
10. 熱中子室 石墨	石墨	13.81	5.51E-06	-	63	0.00E+00	0.000	0.000
鋼殼鋼門	鋼包鋼	0.28	-	-	-	-	-	-
鋼材框架	鋼材	25.35	1.07E+00	-	85	1.26E-02	17.218	0.172
總計		459.49			1570	2.11E+00	2836.581	28.366

圖 1-1-9、爐內組件廢棄物概估規劃(1)

民國122年概估

結構組成	材料	重量 (MT)	Co-60活度 (Ci)	Co60比活度 μCi/g	廢棄物比活度分類	桶數	每桶Co60活度Ci	距0.1m 每桶劑量率 mSv/hr	距1m 每桶劑量率 mSv/hr
1. 可移動上生物屏蔽A	鋼材+混凝土	18.49	3.51E-04	1.80E-05	-	63	5.58E-06	0.00764	7.64E-05
可移動上生物屏蔽B	鋼材+混凝土	17.49	1.41E-03	8.03E-05	-	60	2.34E-05	0.03209	0.000321
可移動上生物屏蔽C	鋼材+混凝土	17.51	5.27E-03	3.01E-04	-	59	8.93E-05	0.12272	0.001224
可移動上生物屏蔽D	鋼材+混凝土	16.74	2.02E-02	1.21E-03	-	56	3.61E-04	0.49425	0.004942
2. 上熱屏蔽上層	鋼材	16.36	2.14E+01	1.31E+00	低	55	3.89E-01	531.4457	5.314457
上熱屏蔽下層	鋼材	16.5	1.86E+02	1.13E+01	低	55	3.39E+00	4643.31	46.4331
3. 環熱屏蔽	鋼材	56.46	4.82E+01	8.54E-01	低	189	2.55E-01	349.3467	3.493467
4. 上固定式生物屏蔽	鋼材	23.04	4.93E-02	2.13E-03	-	77	6.39E-04	0.875147	0.008751
5. 反應槽	鋁合金	3.12	2.20E-01	7.04E-02	-	88	2.58E-03	3.498853	0.034988
6. 石墨反射層	石墨	60.67	-	-	-	-	-	-	-
7. 旁熱屏蔽 內層	鋼材	66.66	4.72E+01	7.08E-01	低	223	2.11E-01	289.7697	2.897697
旁熱屏蔽 外層	鋼材	71.83	1.87E+00	2.66E-02	-	240	7.79E-03	10.67952	0.106795
8. 下熱屏蔽上層	鋼材	24.04	1.23E+03	5.11E+00	低	81	1.52E+00	2079.824	20.79824
下熱屏蔽中層	鋼材	23.59	1.80E+00	7.63E-02	-	79	2.28E-02	31.21033	0.312103
下熱屏蔽下層	鋼材	23.59	2.46E-02	1.04E-03	-	79	3.11E-04	0.426496	0.004265
9. 下主容器	鋼材	24.49	4.83E-04	1.97E-05	-	82	5.89E-06	0.008071	8.07E-05
10. 熱中子室 石墨	石墨	13.81	-	-	-	-	-	-	-
鋼殼鋼門	鋼包鋼	0.28	5.88E-07	2.10E-06	-	1	5.88E-07	0.000006	6.00E-06
鋼材框架	鋼材	25.35	1.14E-01	4.59E-03	-	85	1.34E-03	1.840302	0.018404
總計		520.22	4.50E+02	8.27E-01		1570	2.26E-01		

圖 1-1-10、爐內組件廢棄物概估規劃(2)

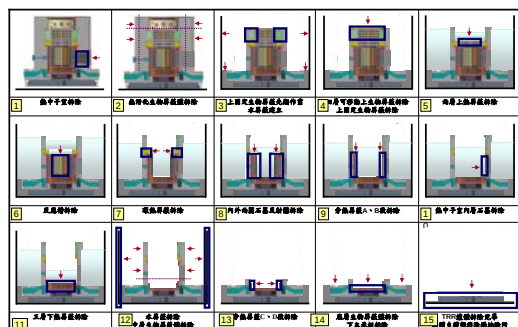


圖 1-1-11、拆除程序概念規劃

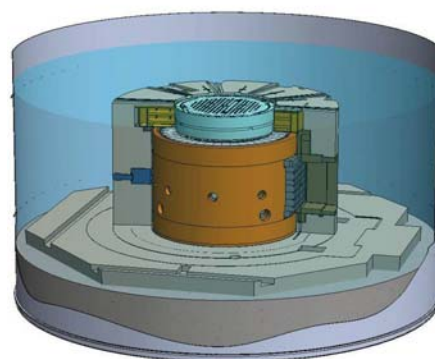


圖 1-1-12、拆除程序 4-四層可移動上生物屏蔽拆除、上固定生物屏蔽拆除

1-2.高活度污染設施處理技術研究



圖 1-2-1、高活度廢樹脂移貯系統設備安裝於 012 館 023 房內



圖 1-2-2、高活度廢樹脂程序模擬測試

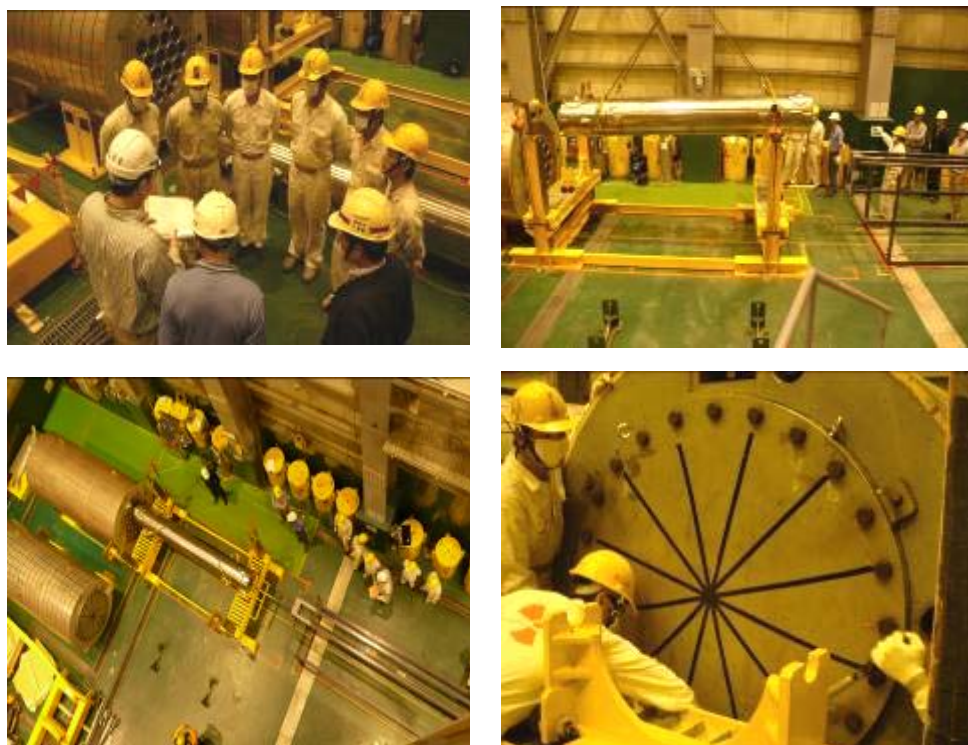


圖 1-2-3、物管局人員查證下完成用過燃料安定化粉末產物暫貯護箱作業前測試

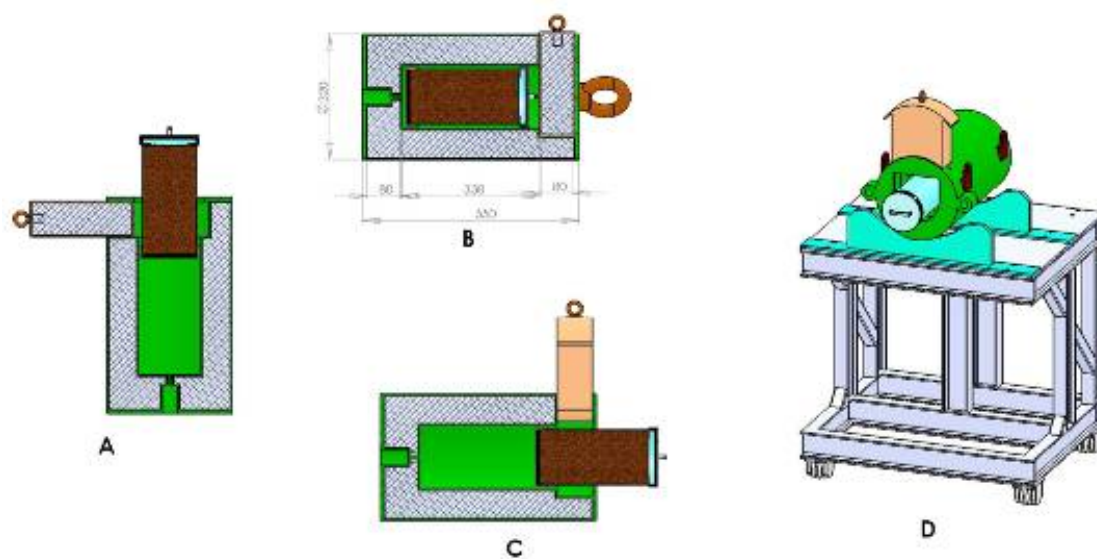


圖 1-2-4、鈾粉移貯傳送鉛罐

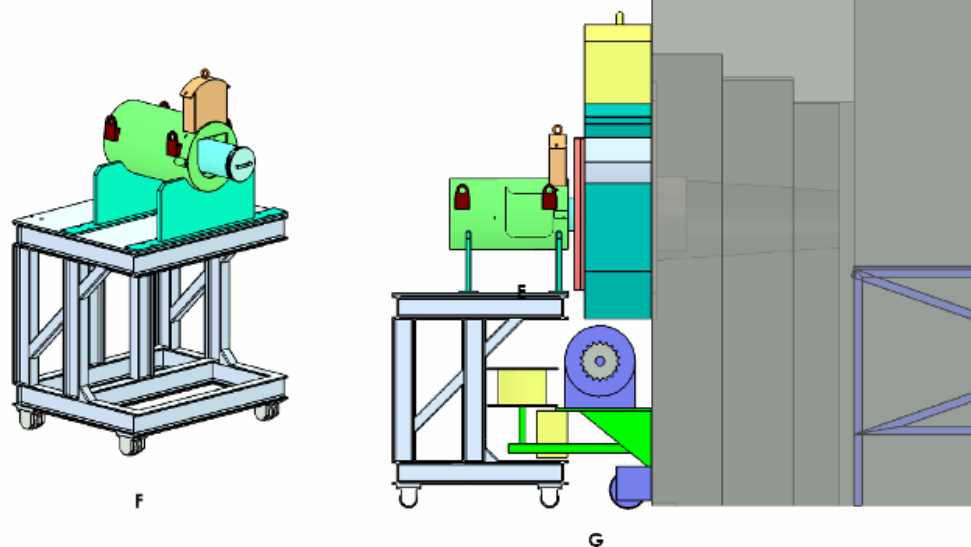


圖 1-2-5、鈾粉移貯傳送鉛罐水平台架與熱室銜接示意圖

分類號：
檔案文號：

行政院原子能委員會核能研究所 職安會 書函

地址：32546 桃園縣龍潭鄉佳安村文化路1009號
傳真：03-4711400
承辦人：蘇文淵
連絡電話：03-4711400 轉 2529
E-Mail：it036@nrc.gov.tw

受文者：工程組

發文日期：中華民國 97 年 11 月 28 日
發文字號：安會字第 0970000182 號
速別：普通件
密等及解密供料或解密期限：普通
附件：

主旨：貴組提報之「TRR 燃料池鈾粉重裝及收集操作程序書」，本委員會同意備查，請 查照。

說明：

- 一、復 貴組 97 年 10 月 31 日組程字 97075 號書函。
- 二、旨送程序書之審查意見，經 貴組回覆及程序書修正，本委員會確認同意。
- 三、請確實依照程序書規定，執行相關作業，以維護作業安全。

正本：工程組
副本：職安會

中華民國 97 年 11 月 28 日

核能研究所 職安會 章

頁 1 頁 共 1 頁

8871772000372

圖 1-2-6、TRR 燃料池鈾粉重裝及收集操作程序書(職安會同意備查)

1-3.超鈾儲存設施拆除技術發展

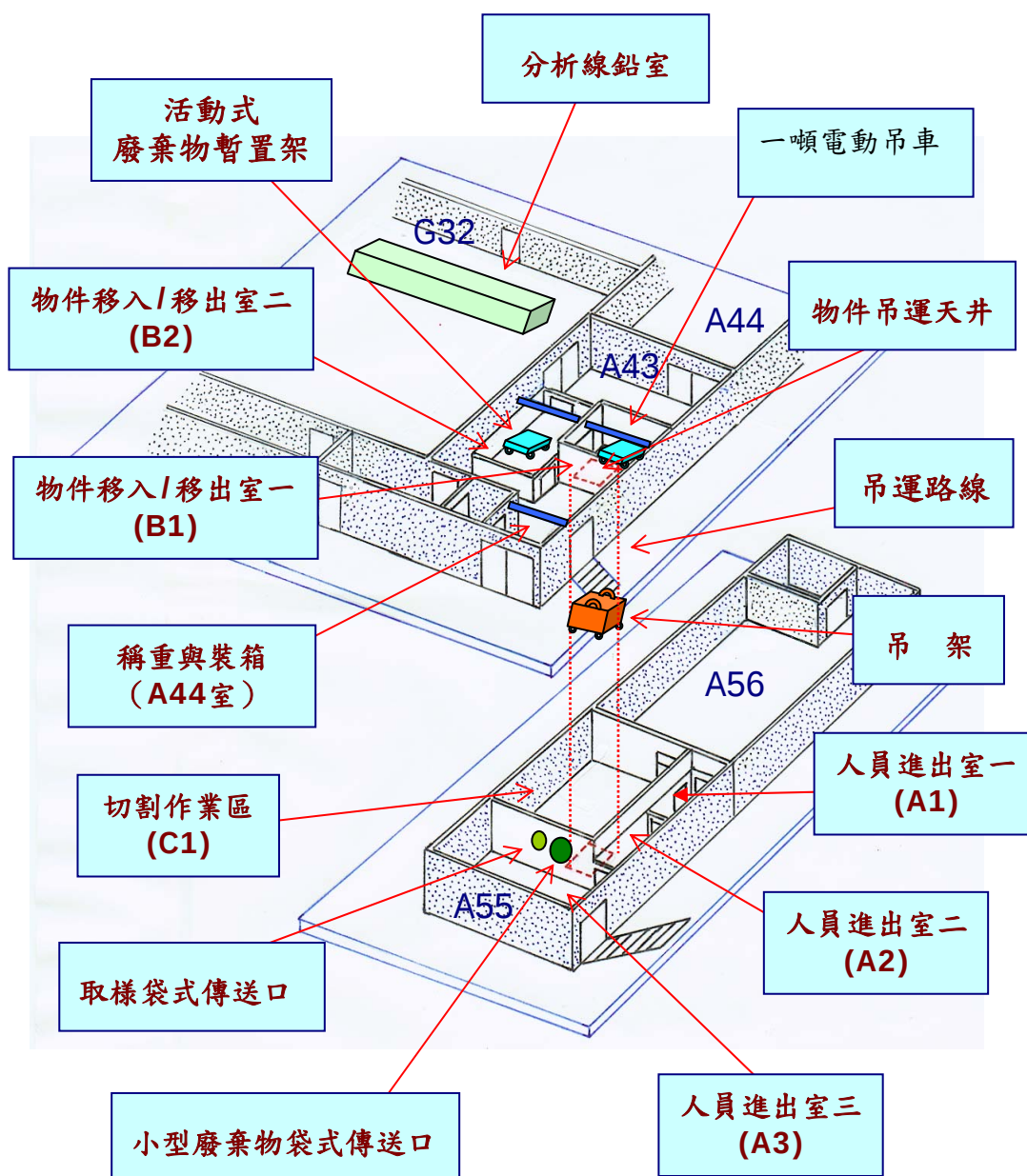


圖1-3-1、016館分析線鉛室除污(拆除)之隔離操作規劃

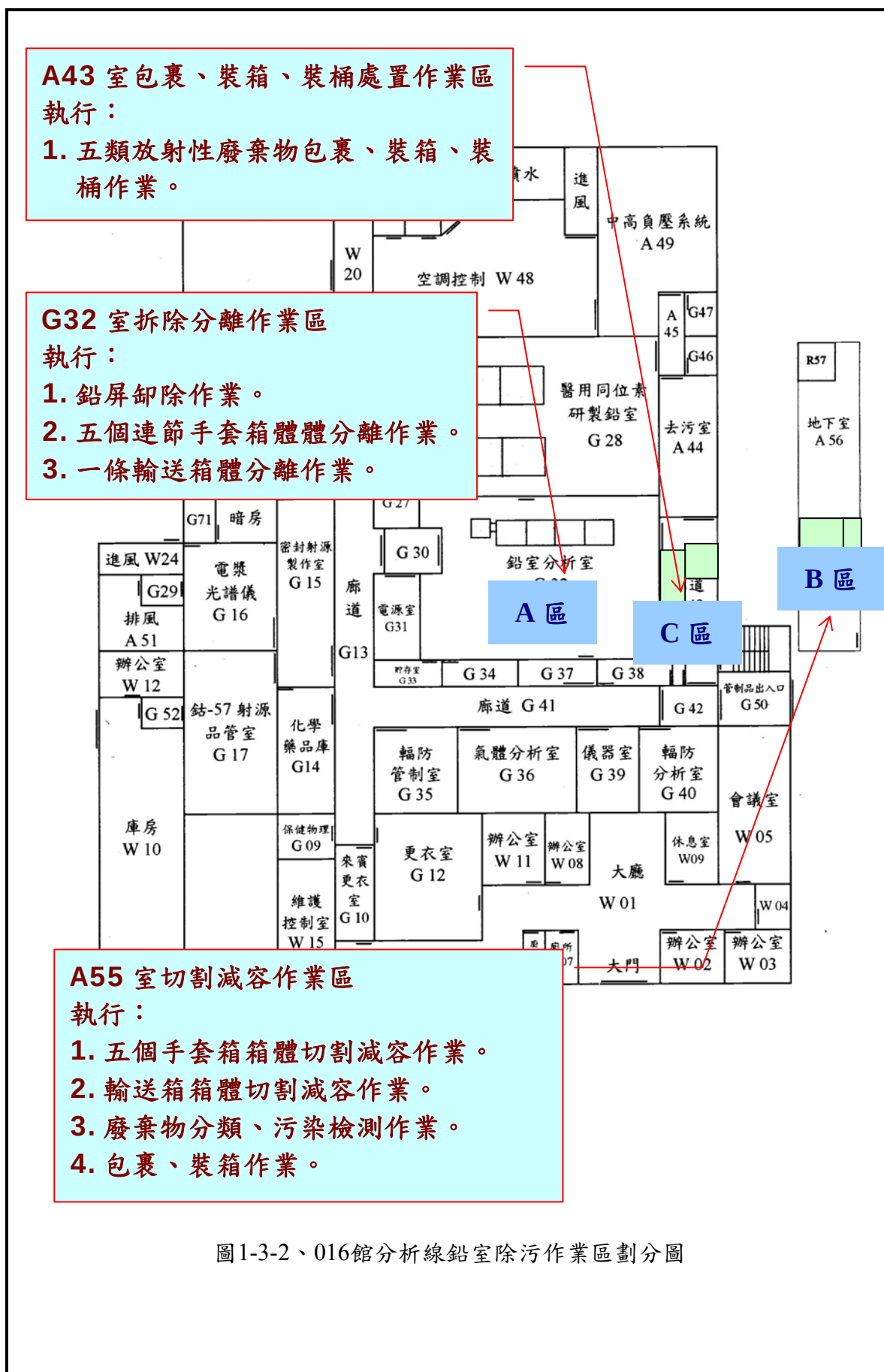


圖1-3-2、016館分析線鉛室除污作業區劃分圖

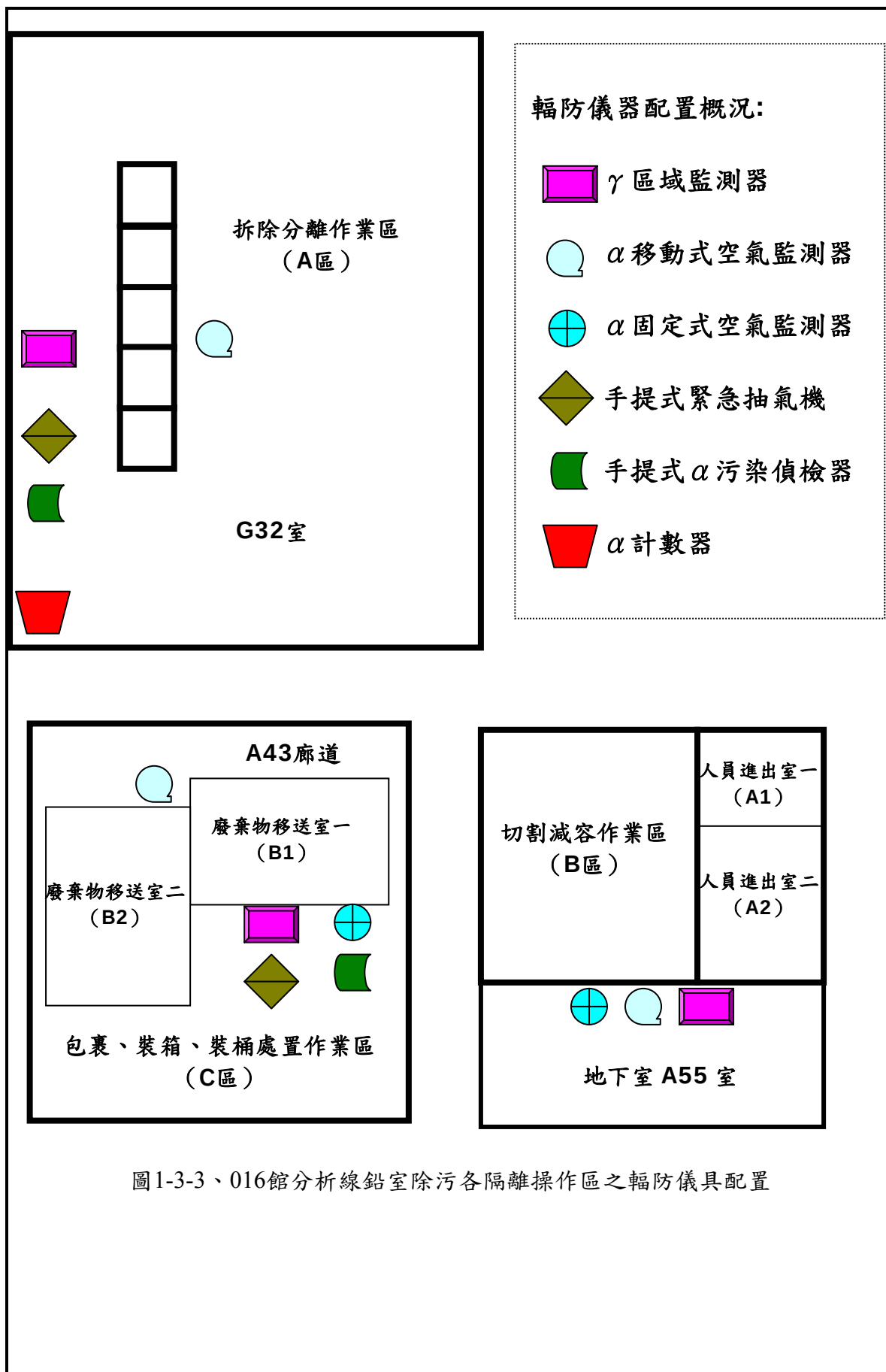


圖1-3-3、016館分析線鉛室除污各隔離操作區之輻防儀具配置

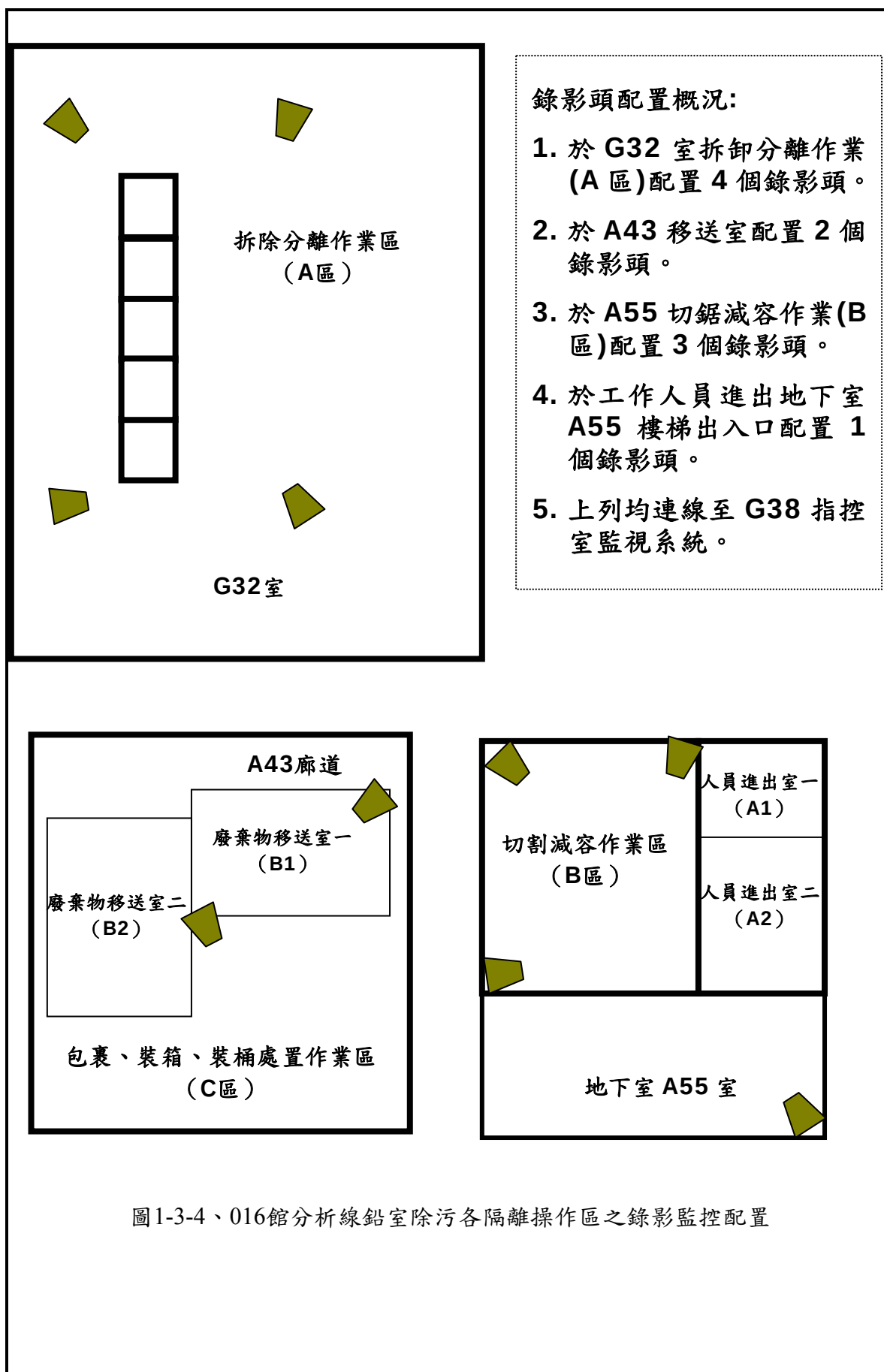


圖1-3-4、016館分析線鉛室除污各隔離操作區之錄影監控配置



圖1-3-5、016館超鈾污染設施取樣偵檢



圖 1-3-6、016 館分析線鉛室除污(拆除)隔離操作區建置



圖 1-3-7、016 館分析線鉛室周邊設施拆除



圖 1-3-8、016 館 A55、A56 室除污清理



圖 1-3-9、016 館分析線鉛室鉛屏拆除、除污與運貯

1-4.核設施及放射性廢棄物解除管制技術研究



圖1-4-1、97年解除管制量測實驗室能力試驗總結研討會97/10/17



圖1-4-2、008館322實驗室清理輻射偵檢調



圖1-4-3、輸送帶篩檢系統精進與性能測試

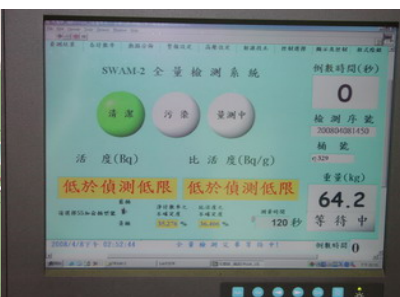


圖1-4-4、完成解除管制實驗室量測系統品質與安全內部查核

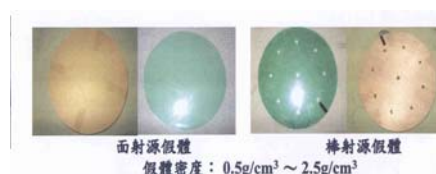
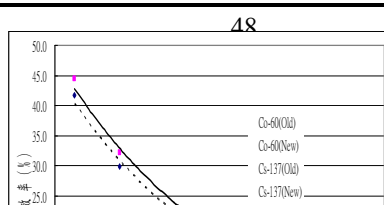




圖1-4-5、桶型校正假體及面/棒狀標準射源



圖1-4-6、日本JNES鳥居原正理事97/06/04參觀量測實驗室

圖 1-4-7、廢金屬外釋計畫 SWAM2
全量量測圖 1-4-8、廢金屬外釋計畫 Q2 抽測
全量量測圖 1-4-9、完成場邊高靈敏度污染計測閃爍體桶型計測系統及抽屜式進料
裝置精進

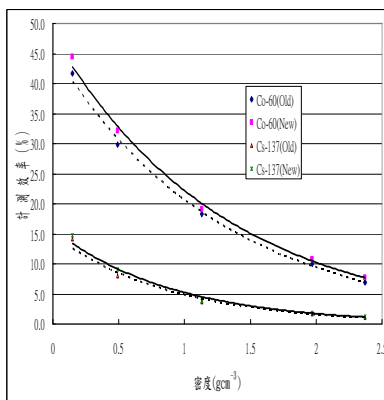


圖 1-4-10、桶型前門(舊)與中央(新)進料系統效率比較



圖 1-4-11、4 偵檢頭型桶型表面劑量率偵測系統製作測試



圖 1-4-12、SWAM2 系統功能精進



圖 1-4-13、除役專案資訊管理系統

廢棄物類別	數量	位置	處理狀態	備註
化學廢液	100L	101-A	已處理	
化學廢渣	50kg	101-B	待處理	
放射性廢料	20kg	101-C	已處理	
一般廢料	10kg	101-D	已處理	

圖 1-4-14、化工組廢棄物管理資訊系統



圖 1-4-15、解除管制資訊管理系統介面設計



圖 1-4-16、XP 版人員劑量管理系統

極低微放射性廢棄物暫存區廢金屬標售案
(案號：970680S)廢金屬清運簽收單

得標廠商:鼎立環保工程股份有限公司

負責人:巫清詔

住址:桃園縣平鎮市新富五街九號一樓

電話:03-4586838 FAX:03-4586744

清運標的:核能研究所極低微放射性廢棄物暫存區廢金屬(案號：970680S)

總淨重:37,406 公斤(鐵34,620 公斤；不銹鋼2,786 公斤)

點交日期:97年7月4日

點交人:張清榮 簽收人:鍾勝男

公司章: 

表 8-5 核能研究所非污染管制區廢物外運申領表

申領單位:化工組 填表日期:97年09月24日

申領廢物名稱	數量	暫存地點	暫存地點(區域)	暫存地點(經緯度)	備註(附註測結果)	備註
036 廢除役廢金屬(鐵)	35,989 公斤	*****	036 部、031 部、023 部	036 部、031 部、023 部	如附件四如附件三	
036 廢除役廢金屬(不銹鋼)	2,786 公斤	*****	036 部、031 部、023 部	036 部、031 部、023 部	如附件四如附件三	
合計	44,002 公斤	*****	036 部、031 部、023 部	036 部、031 部、023 部	如附件四如附件三	

★036 廢除役廢金屬外釋說明詳如附件一。

申領單位:化工組 申請人:  核能所負責人:  申領單位主管: 

核對結果: ☐ 有污損 ☒ 無污損

點交會簽:  點交會簽: 

註:本申請表第一聯送核能所收存,第二聯申領單位自存備查。
TSPW/FOM-SOP-001-05-1.0

圖 1-4-17、廢金屬外釋清運簽收單

報告編號: CSPT-00-N

結論:

- 核能研究所解除管制量測實驗室,在 Cs1、Cs3、Cs3 與 Co1、Co2、Co3 等六個核素型測試的誤差不確定度(k=1)評估結果為 15%。
- 核能研究所解除管制量測實驗室,經能力試驗執行機構測試結果,在 Cs1、Cs3、Cs3 與 Co1、Co2、Co3 等六個核素型測試之誤差不確定度 En 與偏差係數 Fi 均 <1。
- 本能力試驗試運作,各實驗室引用核能所建立之修正參數,修正後的結果明顯較修正前的結果佳,但此參數由於系統間之差異可能無法完全適用於各系統,因此建議,在本能力試驗試運作後,受測機構應針對系統特性,建立完全適用之系統修正參數與完整的量測不確定度評估,如此,量測結果應可大為改善。

報告編號: CSPT-00-L

結論:

- 核能研究所解除管制量測實驗室,在 Cs1、Cs3、Cs3 與 Co1、Co2、Co3 等六個核素型測試的誤差不確定度(k=1)評估結果為 8.95%。
- 核能研究所解除管制量測實驗室,經能力試驗執行機構測試結果,在 Cs1、Cs3、Cs3 與 Co1、Co2、Co3 等六個核素型測試之誤差不確定度 En 與偏差係數 Fi 均 <1。
- 本能力試驗試運作,各實驗室引用核能所建立之修正參數,修正後的結果明顯較修正前的結果佳,但此參數由於系統間之差異可能無法完全適用於各系統,因此建議,在本能力試驗試運作後,受測機構應針對系統特性,建立完全適用之系統修正參數與完整的量測不確定度評估,如此,量測結果應可大為改善。

報告編號: CSPT-00-J

結論:

- 核能研究所解除管制量測實驗室,在 Cs1、Cs3、Cs3 與 Co1、Co2、Co3 等六個核素型測試的誤差不確定度(k=1)評估結果為 14%。
- 核能研究所解除管制量測實驗室,經能力試驗執行機構測試結果,在 Cs1、Cs3、Cs3 與 Co1、Co2、Co3 等六個核素型測試之誤差不確定度 En 與偏差係數 Fi 均 <1。
- 本能力試驗試運作,各實驗室引用核能所建立之修正參數,修正後的結果明顯較修正前的結果佳,但此參數由於系統間之差異可能無法完全適用於各系統,因此建議,在本能力試驗試運作後,受測機構應針對系統特性,建立完全適用之系統修正參數與完整的量測不確定度評估,如此,量測結果應可大為改善。

圖 1-4-18、解除管制量測系統參加能力試驗結果報告



圖 1-4-19、TAF 進行解除管制實驗室現場評鑑

(二)放射性廢棄物處理及處置技術研究與發展

2-1.超 C 類放射性廢樹脂處理技術研究

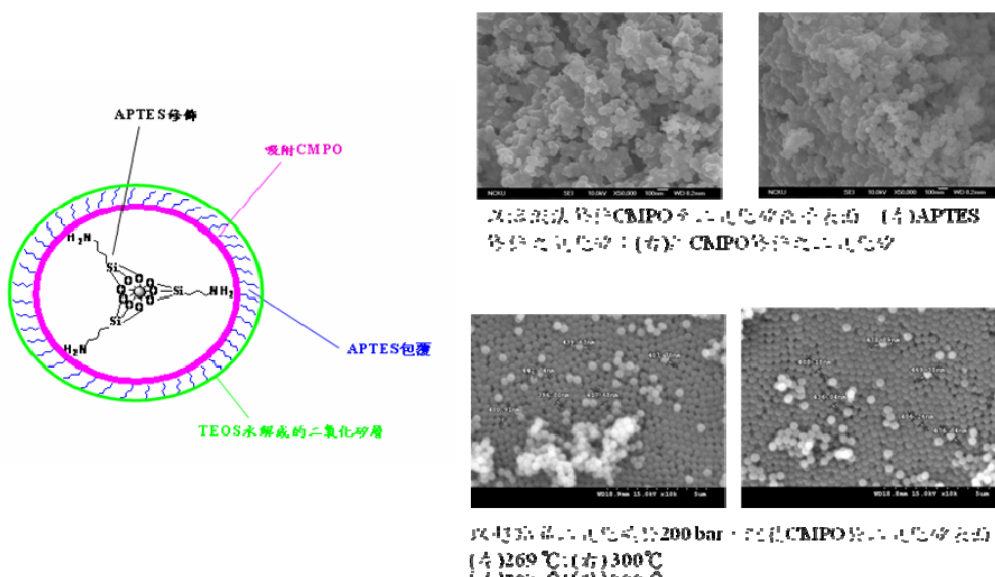


圖 2-1-1、利用超臨界二氧化碳製備多層多孔二氧化矽/CMPO 之吸附劑

(雙氧水用量 400mL；濃度 6mL/min；觸媒濃度 350mL；吸附物 TOC=26.75 克)

序號	混合樹脂 (mL)	觸媒濃度 (M)	硫酸正極 (克)	磷酸鋁負極 (克)	反應溫度 (°C)	反應時間 (h)	溶液 TOC (ppm)	硫酸產量 (克)	未反應 TOC (克)	氧化效率 (%)	
TC2-02	180	0.02	1.95	2.64	4.30	500	1.0157	4358	0.3943	2.4319	98.91
TC2-04	180	0.04	3.89	3.93	2.50	500	1.0185	2813	0.5335	1.7443	93.43
TC2-06	180	0.06	5.84	6.98	2.25	500	1.0189	2030	1.7268	2.1159	92.88
TC2-08	180	0.08	7.78	8.41	1.79	500	1.0209	1873	3.0057	2.8657	89.29
TC2-10	180	0.10	9.73	5.63	1.62	500	1.0215	1762	4.1612	3.6146	86.49
TC2-12	180	0.12	11.67	4.39	1.44	500	1.0232	1678	4.7432	3.5818	85.49

(觸媒濃度 350mL；雙氧水 400mL；雙氧水濃度 6mL/min；反應物 TOC=26.75 克)

批次	混合 樹脂 (mL)	觸媒 正極 pH值	觸媒 負極 pH值	觸媒之 用量 (克)	4N NaOH 量504 (克)	過渡 溫度 (克)	過渡 TOC ppm	過渡 產量 (克)	未反應 TOC (克)	氧化 效率 (%)
TE-2	50mL 50mL	1.0	1.05	5.85	36.3 12.1	910 1.0296	1897	1.3974	1.644	92.85
TE-3	50mL 50mL	1.5	1.42	2.95	48.5 15.8	910 1.0296	985	0.9492	0.631	97.64
TE-4	50mL 50mL	2.0	1.82	2.19	57.2 6.31	910 1.0513	1837	0.7865	0.948	95.53
TE-5	50mL 50mL	2.5	2.35	2.13	99.8 1.75	910 1.0567	2698	0.2084	1.463	94.53
TE-6	50mL 50mL	3.0	3.25	1.43	99.3 1.94	910 1.0595	2460	0.1166	1.398	94.84
TE-7	50mL 50mL	3.5	3.75	1.82	177.2 7.65	910 1.0436	2470	0.2184	1.278	94.87
TE-8	50mL 50mL	4.0	4.25	2.76	118.5 20.8	910 1.0413	1849	0.5674	1.273	95.24
TE-9	50mL 50mL	5.0	5.37	0.95	141.8 14.85	910 1.0509	2309	1.5293	2.146	91.98

(雙氧水：400mL；觸媒濃度：0.06M；觸媒濃度：350mL；反應物 TOC=26.75 克)

序號	混合樹脂 (mL)	觸媒濃度 (M)	雙氧水 流量 mL/min	反應 前值 pH	反應 後值 pH	TOC (ppm)	處理 流量 (L)	處理後 TOC (L)	氧化 效率 (%)
TD-02	100	0.06	2	2.16 0.91	308 1.0170	1394	0.5649	1.3494	95.10
TD-04	100	0.06	4	2.15 0.91	308 1.0181	2453	1.2446	1.3381	93.13
TD-06	100	0.06	6	2.16 0.88	308 1.0187	2886	1.4377	2.1088	92.16
TD-08	100	0.06	8	2.16 0.89	308 1.0194	3650	1.6447	2.3851	91.85
TD-10	100	0.06	10	2.16 0.90	308 1.0194	3838	1.5735	2.4197	90.92
TD-12	100	0.06	12	2.15 0.88	308 1.0202	3275	1.6387	2.6582	89.95

(觸媒濃度 350mL；濃度 0.06M；雙氧水濃度 6mL/min；反應物 TOC=26.75 克)

批次	混合樹脂 (mL)	雙氧水濃度 (mL)	觸媒濃度 (M)	觸媒正極 (克)	觸媒負極 (克)	反應溫度 (°C)	反應時間 (h)	反應 TOC (ppm)	反應產量 (克)	未反應 TOC (克)	氧化效率 (%)
TB-1	50mL 50mL	400	2.48	1.98	102.6	1.71	1.0297	1876	1.8063	1.944	92.73
TB-2	50mL 50mL	300	3.48	1.92	54.2	1.65	1.0296	1236	1.3344	1.410	94.73
TB-3	50mL 50mL	400	2.38	2.17	95.64	1.81	1.0296	690	1.8730	1.549	94.21
TB-4	50mL 50mL	400	2.25	1.90	82.82	1.85	1.0297	872	0.7087	0.679	97.46
TB-5	50mL 50mL	400	2.27	1.82	82.47	2.43	1.0272	812	1.7058	1.251	96.52
TB-6	50mL 50mL	400	2.26	1.90	84.89	2.44	1.0296	146	1.8080	1.298	96.15

圖 2-1-2、濕式氧化法處理樹脂最佳操作條件實驗

No	P (kg/cm ²)	T (°C)	F _{IPA} (g/min)	F _{water} (mL/min)	F _{air} (NL/min)	Excess air %	COD _{in} (ppm)	pH	COD _{out} (ppm)	DRE
1	280~300	390~501	4.48(15%)	0.10	7.08	9.44%	181500	3.35	468.30	99.74
2	280~300	470	4.53(15%)	0.30	15.38	99.38%	188000	2.33	775.00	99.59
3	280~300	468~534	4.59(15%)	0.30	7.30	-6.32%	190000	3.58	293.30	99.85
4	295~310	540~293	4.49(15%)	0.10	17.04	162.84%	182900	3.18	760.00	99.59
5	280~300	499~654	4.89(15%)	0.10	18.40	162.64%	182100	2.72	150.00	99.98
6	290	447~555	3.76(15%)	0.00	18.05	265.82%	176700	3.28	406.70	99.77
7	280~290	421~499	2.43(15%)	0.10	8.42	122.43%	186500	2.82	393.30	99.79
8	270~275	615~655	7.05(8%)	0.00	6.25	26.73%	103300	3.65	1162.0	99.34
9	290~300	438~628	6.76(8%)	0.00	8.17	72.75%	103300	3.73	115.00	99.93
10	270~300	390~528	5.23(8%)	0.10	11.49	170.44%	109400	2.78	1232.0	99.32
11	300	513~550	7.47(8%)	0.00	12.85	145.70%	103300	3.99	<100	>99.9
12	300	544~600	7.4(8%)	0.10	12.79	120.67%	107800	3.52	173.30	99.90
13	300	551~582	10.06(8%)	0.10	12.35	61.77%	106300	3.16	111.70	99.94
14	300	516~587	11.83(8%)	0.10	12.05	35.82%	106200	2.97	420.00	99.76
15	240~255	498~553	7.14(8%)	0.00	11.24	124.81%	103300	3.97	<100	>99.9
16	250~260	478~572	6.82(8%)	0.10	12.68	136.50%	108200	2.76	360.00	99.80
17	250	439~477	8.42(8%)	0.10	13.57	109.38%	107300	2.85	1650.0	99.08
18	250	473~514	9.37(8%)	0.10	12.29	71.88%	106500	2.84	2617.0	98.54
19	250	500~603	6.44(8%)	0.00	11.90	163.97%	176700	3.80	<100	>99.9
20	250	461~590	7.73(8%)	0.10	11.65	94.16%	179300	2.45	<100	>99.9
21	250	557~622	9.20(8%)	0.10	12.32	75.19%	178900	2.59	320.00	99.82
22	250~260	530~551	11.53(8%)	0.10	12.10	39.74%	178500	2.68	1667.0	99.07
23	250~260	530~540	12.48(8%)	0.10	12.91	38.46%	178300	2.69	6167.0	96.54
24	300	382~451	7.48(8%)	0.00	12.40	136.88%	176700	3.81	<100	>99.9
25	300	390~471	9.05(8%)	0.10	12.40	78.99%	178900	3.88	<100	>99.9
26	300~310	413~504	11.93(8%)	0.10	11.79	31.88%	178400	2.64	<100	>99.9
27	300~310	425~487	13.81(8%)	0.10	12.34	20.34%	178200	2.75	<100	>99.9

圖 2-1-3、SCWO 處理模擬有機廢液

離子種類	原離子濃度(ppm)	pH值-沈澱後	Fe ³⁺ 濃度(ppm)	離子濃度(ppm)	去除率(%)
Co	1050	12.55	60	0.042 (< 0.01)	100.00 (100.00)
Sr	990	12.55	60	853 (733)	7.38 (25.96)
Nd	1030	12.55	60	0.075 (< 0.05)	99.99 (99.99)
Co	1050	12.99	80	<0.01 (< 0.01)	100.00 (100.00)
Sr	990	12.99	80	749 (653)	14.89 (30.74)
Nd	1030	12.99	80	<0.05 (< 0.05)	99.99 (99.99)
Co	1050	12.96	140	<0.01 (< 0.01)	100.00 (100.00)
Sr	990	12.96	140	723 (620)	16.02 (32.68)
Nd	1030	12.96	140	<0.05 (< 0.05)	99.99 (99.99)
Co	1050	13.1	200	0.019 (< 0.01)	100.00 (100.00)
Sr	990	13.1	200	611 (565)	19.77 (31.52)
Nd	1030	13.1	200	<0.05 (< 0.05)	99.99 (99.99)

圖 2-1-4、Fe(OH)₃與Co、Sr、Nd離子共沈澱實驗

	Co (ppm)	Sr (ppm)	Nd (ppm)	Co離子移除率(%)	Sr離子移除率(%)	Nd離子移除率(%)
原液	1171	1026	1205			
第一次萃取後收集之水溶液	865	893	31	26	13	97
第二次萃取後收集之水溶液	1178	1007	11.2	-	2	99
第三次萃取後收集之水溶液	1245	1028	91.8	-	-	92

圖 2-1-5、CMPO 選擇性萃取 Co、Sr、Nd 離子之實驗

批次	脫附劑體積 (ml)	脫附時間 (h)	吸附離子種類	脫附率 (%)	累積脫附率 (%)	吸附離子種類	脫附率 (%)	累積脫附率 (%)	吸附離子種類	脫附率 (%)	累積脫附率 (%)
1	100	2	Co	109.96	109.96	Sr	88.52	88.52	Nd	83.83	83.83
2	100	2	Co	5.02	114.98	Sr	4.02	92.54	Nd	11.50	95.33
3	100	2	Co	0.29	115.27	Sr	0.22	92.76	Nd	2.20	97.53
4	100	2	Co	0.02	115.29	Sr	0.01	92.77	Nd	0.38	97.91

圖 2-1-6、25%硝酸脫附 Co、Sr 及 Nd 等離子實驗

批次	脫附劑體積 (ml)	脫附時間 (h)	吸附離子種類	脫附率 (%)	累積脫附率 (%)	吸附離子種類	脫附率 (%)	累積脫附率 (%)	吸附離子種類	脫附率 (%)	累積脫附率 (%)
1	500	2	Co	383.76	383.76	Sr	136.94	136.94	Nd	68.89	68.89
2	500	2	Co	90.97	474.73	Sr	36.25	173.18	Nd	29.63	98.52

圖 2-1-7、25%硝酸脫附低濃度 Co、Sr 及 Nd 等離子實驗 ($2.03\text{E-}5\text{ppm Co}^{2+}$; $2.63\text{E-}4\text{ppm Sr}^{2+}$; 1.35ppm Nd^{3+})

2-2.除役大件(量)廢棄物與系統設備除污技術精進與設施性能改善研究

● 012 館除污設備性能改善



圖 2-2-1、固化設備 55 加侖桶氣壓升降桿空氣管更換前後

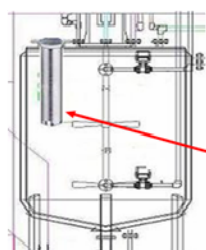
圖 2-2-2、液鹼泵維修更換成隔膜泵



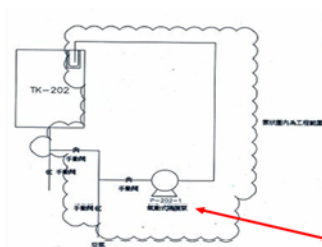
圖 2-2-3、廢水離心輸送泵更換為隔膜泵避免氣縛現象



圖 2-2-4、廢水輸送泵 P-201 易卡物更換為隔膜泵



加裝位置



配置方式



改善結果

圖 2-2-5、處理含氟廢水加裝 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶解裝置避免管路阻塞

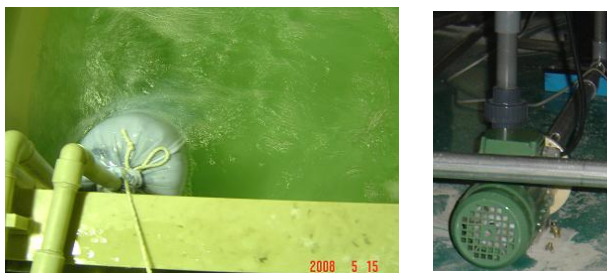


圖 2-2-6、清洗機械、化學除污後之物件水洗槽增設過濾系統係

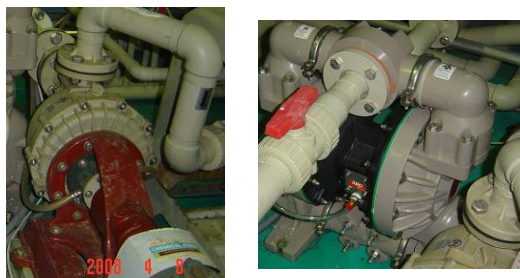
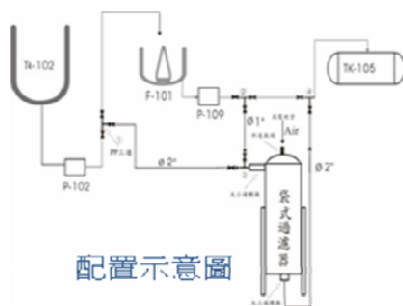


圖 2-2-7、化學除污使用之冷凝泵改採接液面為 PP 材質之隔膜泵防止強酸滲漏



完工結果

圖 2-2-8、加裝袋式過濾器濾除除污劑再生濾液雜質



圖 2-2-9、廢除污劑輸送泵 P-101 更換改採隔膜式

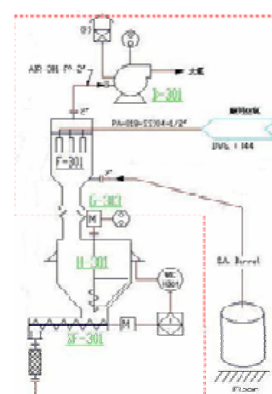
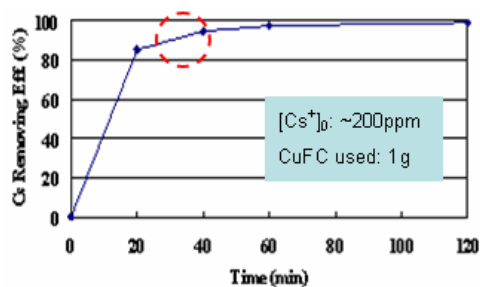
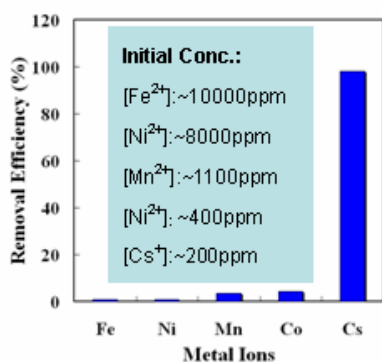
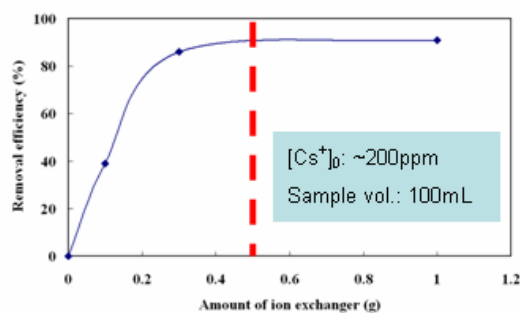


圖 2-2-10、廢除污劑固化設備採用直接固化劑進料解決螺旋進料器卡料

● 除污劑再生技術精進

圖 2-2-11、亞鐵氰化銅
(CuFC)吸附劑圖 2-2-12、CuFC 吸附劑於 40 分鐘內可達九
成以上銫移除率圖 2-2-13、CuFC 吸附劑有極佳
的銫移除選擇性圖 2-2-14、處理 100mL 含銫(200ppm)
模擬廢液只需約 0.5g CuFC
便可達到九成以上移除率

取樣時間 (min)	Fe DR(%)	Ni DR(%)	Cr DR(%)	結晶重(g)	備註
10	57	24.6	0	16.45	進料濃度 BF_4^- 16.3%、 Fe 69,600mg/L、Ni 17.1 mg/L、Cr 35.3 mg/L 4°C 下 硫酸濃度控制 在 15wt% H_2SO_4
20	58.9	32.2	0	18.65	
30	61	41.5	0	21.75	
60	67.4	49.1	0	21.84	
120	77	62.6	0	23.64	
240	78.3	62.6	0	24.16	

圖 2-2-15、氟硼酸除污劑再生低溫結晶法實驗結果

● 建立膠體除污劑除污技術

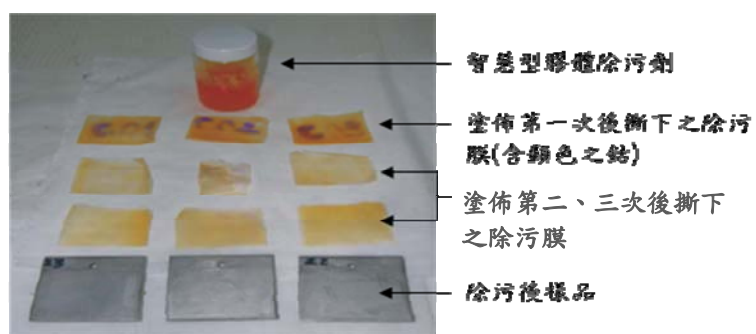


圖 2-2-16、智慧型除污劑顯色及除污效果



圖 2-2-17、膠體除污劑成膜測試



圖 2-2-18、膠體除污劑及智慧型膠體除污劑

顯色劑種類	含顯色劑之膠體除污劑顏色	污染試片上元素顯現之顏色		
		銻位置	鉍位置	鉀位置
茜素	橙紅色	透明無色	淡紫色	淡紫色
酚紅	橙紅色	橙黃色	橙黃色	橙黃色
Arsenazo III	紫色	淡藍色	淡藍色	藍色
BrPADAP	橙色	紫色	—	—

混合顯色劑種類	含顯色劑之膠體除污劑顏色	同一污染試片上元素顯現之顏色		
		銻位置	鉍位置	鉀位置
BrPADAP+ Arsenazo III	紅褐色	深紫色	紫紅色	綠色
酚紅+ 茜素	橙紅色	黃色	暗紅色	暗紅色
酚紅+ Arsenazo III	紫紅色	黃色	紫灰色	黃綠色
茜素+ Arsenazo III	紫紅色	灰色	藍色	藍色

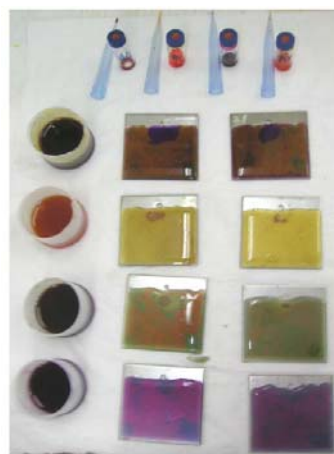
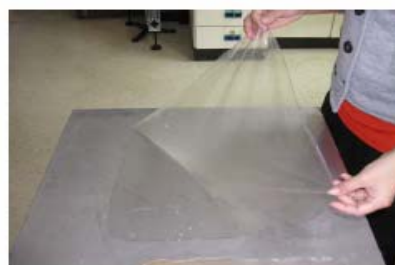


圖 2-2-19、添加不同顯色劑對 Co, Cs, Sr 位置之顏色改變

PVA (wt%)	PVP (wt%)	塗佈面積 (cm ²)	膠體重(濕) (g)	膠體重(乾) (g)	膜厚 (μm)	膠膜特性
5	—	20	0.26	0.015		×
8	—	20	0.31	0.028	14	▲
12	—	20	0.38	0.054		●
15	—	20	0.47	0.083	31	●
8	5.8	20	0.37	0.069	35	▲
8	8	20	0.49	0.102	48	▲
8	10	20	0.67	0.058	61	●
8	12	20	—	—	—	無法塗抹
8	5.8	20	0.83	0.160	67	●

撕膜難易：●：易；▲：中；×：難

圖 2-2-20、可剝膠體除污劑膜厚及膠膜特性分析



大面積：蘋果膠+PVA-1

圖 2-2-21、大面積可剝膠體除污膜黏彈性測試

● 無機水性乳膠除污劑配方及效能測試



圖 2-2-22、水溶性無機成份膠體除污劑靜置時呈凝膠態攪拌後呈流體態即可使用

除污劑成份	靜置 時間 (min)	烘乾(400 °C/24hr)		烘乾(400 °C/24hr)		烘乾(200 °C/24hr)		烘乾(80°C /24hr)	
		Co ppm	Sr ppm	Co ppm	Sr ppm	Co ppm	Sr ppm	Co ppm	Sr ppm
清洗前試片上元素濃度 (不加除污劑)		8.0	6.9	7.9	7.3	7.8	7.1	7.8	7.2
清洗後試片上元素濃度 (不加除污劑)		4.6	3.6	4.6	3.6			<0.01	0.01
EH-5(15wt%)	20	0.50	1.35	0.38	1.54	0.32	0.55	<0.01	0.03
清洗後試片上元素濃度	40	0.95	0.73	0.50	0.60	0.42	0.56	<0.01	0.01
EH-5(15wt%)+EDTA(1g)	20	0.32	0.12			0.43	0.04		
清洗後試片上元素濃度	40	0.45	0.16			0.30	0.03		
EH-5(15wt%)+EDTA(5g)	20	0.26	0.17			0.35	0.07		
清洗後試片上元素濃度	40	0.41	0.12			0.88	0.05		
EH-5(15wt%)+EDTA(10g)	20	0.31	0.06			0.40	0.03		
清洗後試片上元素濃度	40	0.80	0.13			0.93	0.04		

圖 2-2-23、水溶性無機成份膠體除污劑除污效果測試

● 建立水泥碎塊除污技術

β counting	除污劑	除污前 (Bq/ Kg)	第一除污後 (Bq/ Kg)	第二除污後 (Bq/ Kg)	第三除污後 (Bq/ Kg)
Co	硝酸系 2 %	425	307	248	113
	磷酸系 2 %	425	366	354	186
Sr	硝酸系 2 %	1015	826	543	180
	磷酸系 2 %	1015	732	661	317
Cs	硝酸系 2 %	1298	1192	944	537
	磷酸系 2 %	1298	1275	1298	1298
超音波作用 20 min，酸使用量為固體重量 10 倍					

圖 2-2-24、超音波輔助化學除污

β counting	除污劑	除污前 (Bq/ Kg)	第一除污後 (Bq/ Kg)	第二除污後 (Bq/ Kg)	第三除污後 (Bq/ Kg)
Co	硝酸系 2 %	425	295	260	189
	磷酸系 2 %	425	283	260	142
Sr	硝酸系 2 %	1015	685	472	295
	磷酸系 2 %	1015	850	685	484
Cs	硝酸系 2 %	1298	1027	932	838
	磷酸系 2 %	1298	1228	1003	862
微波 100W 作用 20 min，酸使用量為固體重量 10 倍					

圖 2-2-25、微波輔助化學除污

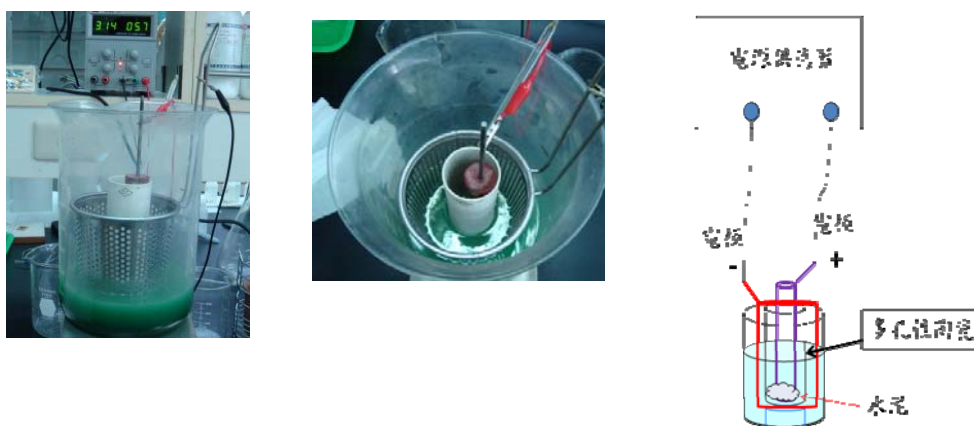


圖 2-2-26、電化學除污可於 60 hr 由 425Bq/ Kg 下降至 71Bq/ Kg

2-3.低放射性廢棄物最終處置場安全審查技術研究

參數名稱	採用數據	引用規則	參考文獻	備註
廢棄物本體有效擴散係數	1E-08 cm ² /s	國外數據	[1]P.243	應採國內數據
廢棄物本體溶解率		假設	假定廢棄物本體為擴散模式	
密度(混凝土)	2.5 g/cm ³	國外數據	[4]P.87	應採國內數據
密度(硬頁岩)	2.77 g/cm ³	國內數據	[2]P.64	應採場址數據
密度(玄武岩)	2.83 g/cm ³	國內數據	[3]P.2-27	應採場址數據
孔隙率(混凝土)	35%	國外數據	[4]P. 87	應採國內數據
孔隙率(硬頁岩)	1.38%	國內數據	[2]P.64	應採場址數據
孔隙率(玄武岩)	4.67%	國內數據	[3]P.2-27	應採場址數據
分子擴散係數(混凝土)	1E-10 cm ² /s	國外數據	[1]P.239	應採國內數據

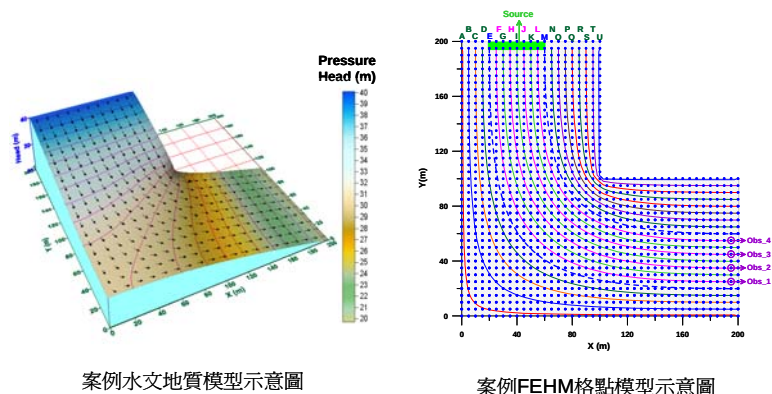
圖 2-3-1、工程障壁評估參數列表(部分)

參數名稱	採用數據	引用規則	參考文獻	備註
裂隙開孔度(硬頁岩)	0.0001 m	保守假設		應採場址數據
裂隙開孔度(玄武岩)	0.001 m	保守假設		應採場址數據
裂隙間距(硬頁岩)	0.1 m	國內數據	中興公司, 2004	
裂隙間距(玄武岩)	0.2 m	保守假設		應採場址數據
孔隙率(混凝土)	0.014	國外數據		應採國內數據
孔隙率(硬頁岩)	0.091	國內數據		應採場址數據
孔隙率(玄武岩)	0.035	國內數據		應採場址數據
擴散係數(混凝土)	1E-10 cm ² /s	國外數據		應採國內數據
擴散係數(硬頁岩)	1E-06 cm ² /s	國內數據		應採場址數據
擴散係數(玄武岩)		國外數據	Sato, 1997	應採場址數據
溶質在岩體分配係數	同BLT-MS之附表一	國外數據	NUREG-5837, p. 246	應採國內數據

圖 2-3-2、遠場場評估參數列表(部分)



圖 2-3-3、評估程式之聯結測試



案例水文地質模型示意圖

案例FEHM格點模型示意圖

圖 2-3-4、整合模組之驗證

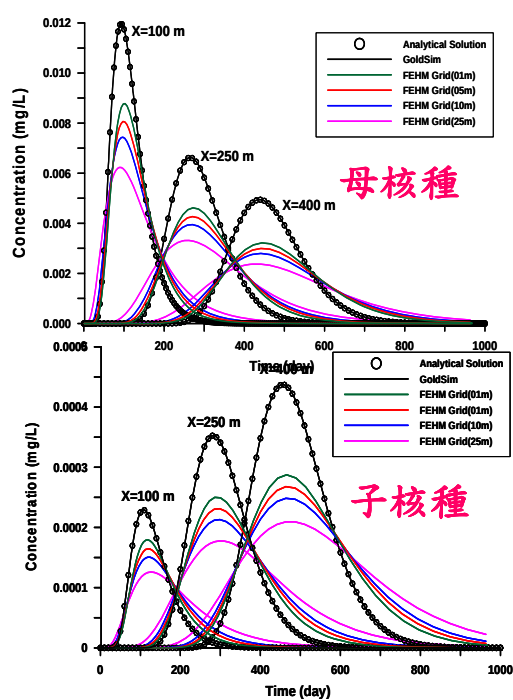


圖 2-3-5、分析程式驗證

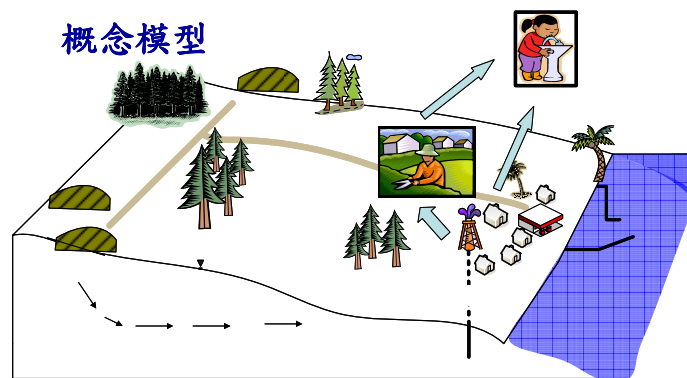


圖 2-3-6、生物圈概念模型



圖 2-3-7、混凝土盛裝容器之模型廠之建置

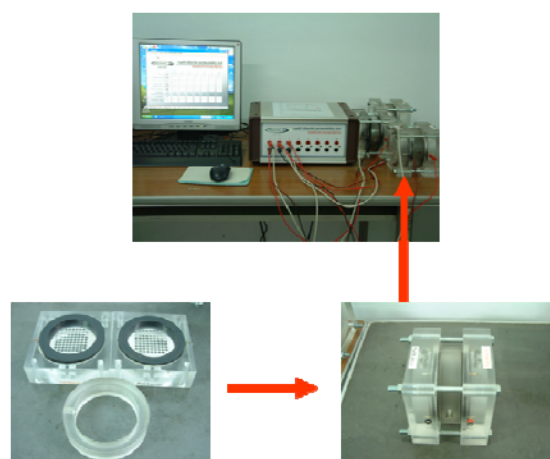


圖 2-3-8、混凝土盛裝容器耐腐蝕擴散實驗建立

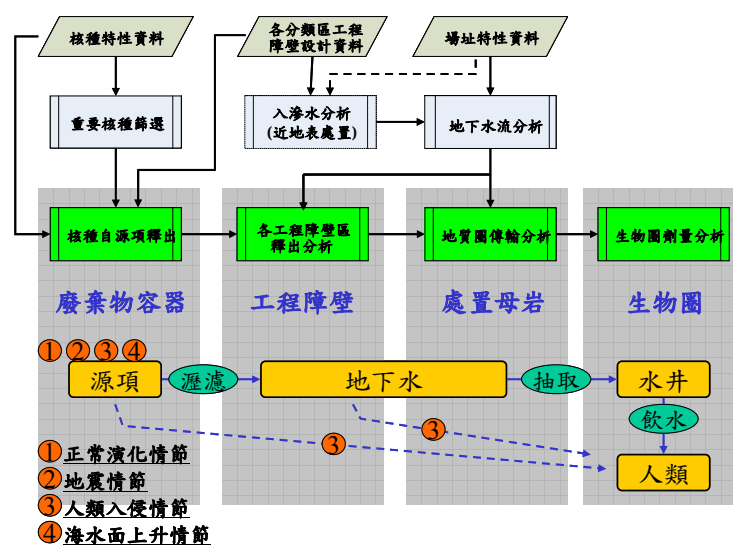


圖 2-3-9、處置場異常情節發展

2-4.用過核燃料長期貯存可行性分析

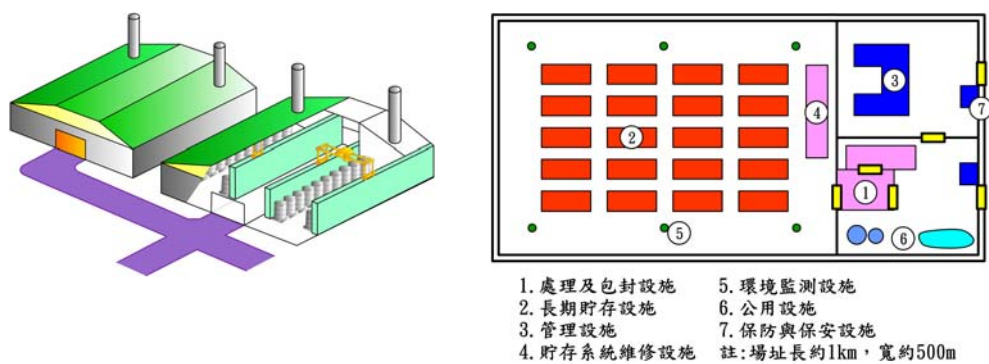


圖 2-4-1、廠房式長期貯存設施示意與平面配置概念規劃

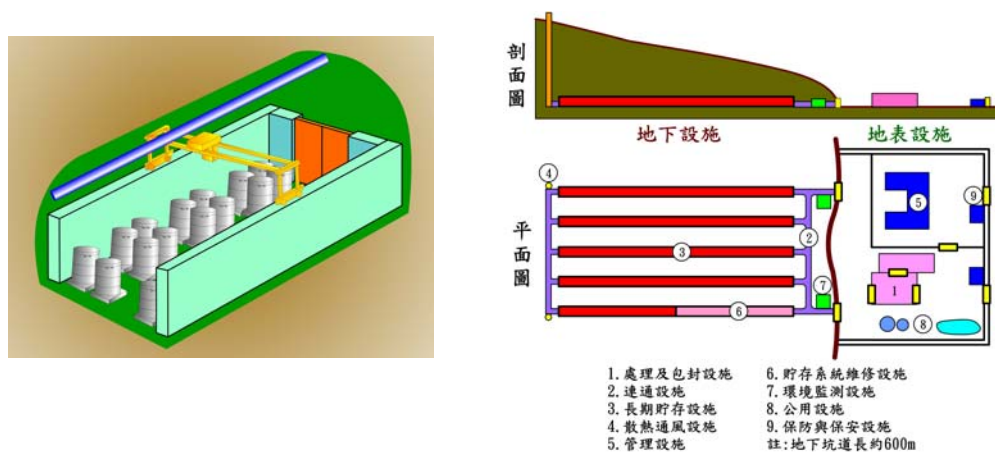


圖 2-4-2、坑道式長期貯存設施示意與平面配置概念規劃

二、量化績效指標產出

(一)期刊論文 14 篇(國內 4 篇/國外 SCI 接受刊登 1 篇/國外 SCI 申請 9 篇)

1. 朱信忠,「參數取樣方法對機率式評估結果之影響」,台電核能月刊, INER-5187, 97.04.17。
2. 陳智隆、賴仁杰,「區塊傳輸模式(AMBER)與管流傳輸模式(GoldSim)的比較研究」,台電工程月刊, INER-5257, 97.05.27。
3. 張經昌、馬志銘,「碘與鎔核種在島嶼近地表處置場生物圈劑量評估探討」,台電工程月刊, INER-5420, 97.08.06。
4. 施清芳,“Uncertainty propagation of hydrodispersive transfer in aquifer : An illustration of one-dimensional contaminant transport with slug injection” , “Stochastic Environmental Research and Risk Assessment” (SCI 期刊), 2008SERRA DOI 10.1007/s00477-008-0246-2, published on-line, INER-5421, 97.08.07。
5. 陳智隆、賴仁杰,「建立與驗證 GoldSim 平台的離散裂隙網路技術」,台電工程月刊, INER-5425, 97.08.07。
6. 朱信忠,“On the Distribution Type of Uncertain Input for Probabilistic Assessment” , 申請投稿 SCI 期, 97.05.26 核准。
7. 施清芳,“Potential volume off the east south coast of Taiwan for CO₂ deep ocean sequestration” , 申請投稿SCI期, 97.05.26 核准。
8. 王正忠、江博能、王明光、黃盤銘,“Effects of low molecular weight organic acids on 137Cs release from contaminated soils”, 申請投稿 SCI 期刊, 97.05.28 核准。
9. 魏華洲、蔡翠玲、汪子文、王正忠,“Clearance Measurement of Metal Scraps for Nuclear Facility at INER in Taiwan”, 申請投稿 SCI 期刊, 97.09.15 核准。
10. 廖啟宏,“Selective Removal of Cesium from Highly Acidic Waste Solution Using Copper Ferrocyanide Impregnated”, 申請投稿 “Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry (SCI) ”, 97.09.16 核准。
11. 施清芳,“Long-term assessment of construction vibration: On the dynamics of a base-excited one degree of freedom system using strong motion of seismometer records”, 申請投稿 SCI 期刊, 97.10.06 核准。
12. 張清土、黃兆龍,“The Study on the Early Age Cracking due to the addition of Silica Fume into Concrete and Trouble-shooting”, 申請投稿“Cement and concrete Research (SCI) ”, 97.10.13 核准。
13. 周貽新,“An agent-based national radioactive waste management framework design”, 申請投稿 SCI 期刊, 97.10.13 核准。
14. 陳朝鈺、黃慶村、廖啟宏、陳义平、張清土,“Preparation of Copper-Based Catalyst Supported on Vermiculite and Its Performance over CO Preferential Oxidation”, 申請投稿“APPLIED CATALYSIS A: GENERAL (SCI) ”, 97.10.27 核准。

(二)研討會論文 13 篇(國內 9 篇/國外 4 篇)

1. 王正忠,「核設施及放射性廢棄物解除管制技術研究」,核研所 96 年度成果說明會, INER-5156, 97.01.28。
2. 喬凌寰,「高活度污染設施處理技術研究 96 年成果說明」,核研所 96 年度成果說明會, INER-5226, 97.05.14。
3. 簡凱偉、王正忠,「利用冠狀醚與液體閃爍計數儀對環境試樣中鋇 90 放射性核種之快速分析方法研究」,2008 年環境分析化學研討會, INER-5252, 97.05.27。
4. 彭恩琪、王正忠,「參加 2007 年環境試樣放射性核種分析能力試驗比對」,2008 年環境分析化學研討會, INER-5252, 97.05.27。
5. 葉俊賢,“Calibration and Characteristics of Gamma- Activity Monitors”, “53rd Annual Meeting of the HPS”, INER-5468, 97.08.22。
6. 魏聰揚,“Establishment and operation of the decontamination facility for metal scraps from decommissioning at INER”, “2006 East Asia Forum on Raswaste Management Conference”, INER-5543, 97.10.09。
7. 彭恩琪,「九十六年環境試樣放射性核種分析能力試驗總結評估」,2008 年符合性評鑑與認證論文發表會, INER-5591, 97.10.14。
8. 邱鎧盛,「2007 年游離輻射領域中低強度核種分析氚核種能力試驗」,2008 年符合性評鑑與認證論文發表會, INER-5633, 97.10.16。
9. 王正忠、陳英鑒,“Low-level Radioactivity Proficiency Testing Program in Taiwan”,「第 5 屆低活度核種計量量測技術國際會議(ICRM-LLRMT)」, INER-5683, 97.10.17。
10. 梁明在、陳又平、張志清、梁茹茜、梁克源,「以超臨界水氧化技術處理含鹵素模擬廢液之研究」,第七屆 2008 年超臨界流體技術應用與發展研討會(97.10.17~18), INER-5739, 97.10.22。
11. 何啟丞、王詩涵、梁明在、馮皓昕、陳又平、陳朝鈺,「利用超臨界二氧化碳製備多層多孔二氧化矽/CMPO 之吸附劑」,第七屆 2008 年超臨界流體技術應用與發展研討會(97.10.17~18), INER-5777, 97.10.28。
12. 王正忠、武及蘭、陳英鑒、施建樑,“The Experience of Clearance Practice in INER”, “2008 East Asia Forum on Raswaste Management Conference(97.10.20~23)”, INER-5805, 97.10.30。
13. 李禎常、童琮樟、張福麟、莊文壽,“Evaluation of the Flow and Transport of Granite using a 3-D Discrete Fracture Network Model”, “2008 East Asia Forum on Raswaste Management Conference(97.10.20~23)”, INER-5819, 97.10.30。

(三)技術報告 87 篇

1. 盧俊鼎,「用過核燃料長期貯存環境條件需求」,研究報告, INER-5085R, 97.01.02。
2. 陳鴻斌、施建樑,「赴德國參加 OECD/NEA 核設施除役合作計畫(CPD)第 43 屆技術諮詢組(TAG)會議」,出國報告, INER-F0168, 97.01.02。

3. 黃兆龍、張清土，「高完整性盛裝容器製程自動化研究」，委託計畫報告，INER-A1560R，97.01.02。
4. 王正忠，「歐盟核設施除役環境影響評估」，研究報告，INER-5134R，97.01.10。
5. 王正忠，「美國核設施除役風險分析模式與特性調查研究」，研究報告，INER-5135R，97.01.10。
6. 王正忠、彭恩琪，「九十六年環境試樣放射性核種分析能力試驗總結報告」，研究報告，INER-5136，97.01.11。
7. 陳又平、張志清、許銀茂，「輻射致效光觸媒處理超 C 類廢樹脂評估報告」，研究報告，INER-5138R，97.01.16。
8. 張經昌、馬志銘、吳柏林，「虛擬近地表淺層處置場-覆蓋層入滲水流量分析」，研究報告，INER-5217，97.05.14。
9. 林國明、施建樑、孫金星、甘金相、林瑞卿、邱垂煥，「核能研究所 039 館放射性污染除污實驗室及放射性廢棄物固化體品質測試實驗室除污計畫書」，技術手冊及技術程序書，INER-OM-1184，97.05.14。
10. 林崇智、劉懋鑫、邱淑鈴，「012 館除污設施 ARM 區域輻射監測儀現場驗收測試程序書」，技術程序書，INER-SOP-0121，97.05.14。
11. 林崇智，「SWAM 系列全量監測系統運轉維護與問題排除程序」，技術程序書，INER-SOP-0122R，97.05.27。
12. 李中新，「016 館 Unit20 超鈾污染手套箱拆除--人員進出隔離帳篷作業程序書」，技術手冊及技術程序書，INER-OM-1187R，97.05.27。
13. 李中新，「016 館 Unit20 超鈾污染手套箱拆除--隔離帳號負壓系統測試操作作業程序書」，技術手冊及技術程序書，INER-OM-1188R，97.05.27。
14. 邱淑鈴、林崇智、劉懋鑫，「全量活度監測系統表面劑量程式設計與應用」，技術手冊及技術程序書，INER-OM-1193R，97.05.27。
15. 武及蘭、王正忠、彭恩琪、羅文璉、施建樑，「核設施除役之特性規劃與偵檢」，研究報告，INER-5258R，97.05.27。
16. 武及蘭，「TRR 濕貯槽拆除混凝土塊外釋計畫結案報告」，研究報告，INER-5259R，97.05.27。
17. 紀立民，「用過核子燃料長期貯存設施需求與作業概念研究」，研究報告，INER-5262，97.05.28。
18. 李文鎮，「核設施除污技術研究」，研究報告，INER-5263，97.06.03。
19. 李禎常、童琮樟、張福麟，「網格轉換之處理與研究(由 FEHM 網格轉換為 BLT-MS 網格)」，研究報告，INER-5339，97.07.02。
20. 邱淑鈴，「全量活度監測系統表面劑量程式操作程序書」，技術手冊及技術程序書，INER-OM-1209R，97.07.09。
21. 林崇智、劉懋鑫、邱淑鈴，「整桶加馬比活度熱點分析與實測驗證」，研究報告，INER-5371R，97.07.11。
22. 郭明傳，「低放射性廢棄物最終處置安全評估—核種外釋率分析」，研究報告，INER-5374R，97.07.11。

23. 施建樑,「核設施除役法規需求探討」,研究報告,INER-5375R,97.07.11。
24. 黃友禮,「高雄榮民總醫院放射性物質分裝作業場所輻射安全評估」,委託計畫報告,INER-A1607R,97.07.11。
25. 曹盛滿,「TRR 燃料池高活度廢樹脂移貯作業模擬測試程序書」,作業程序書,INER-SOP-0125,97.07.14。
26. 郭明傳、朱信忠,「低放射性廢棄物最終處置--封閉後正常情節之安全評估方法與參數審查技術研擬」,研究報告,INER-5399,97.07.21。
27. 劉懋鑫、邱淑鈴、林崇智,「SDRM®表面劑量監測系統設計」,研究報告,INER-5400R,97.07.21。
28. 張經昌、馬志銘、吳柏林,「低放射性廢棄物處置場生物圈安全分析審查注意事項研擬」,研究報告,INER-5401,97.07.21。
29. 甘金相、魏聰揚,「氟硼酸系列除污劑再生回收方法之研究」,研究報告,INER-5403R,97.07.21。
30. 徐金登,「TRR 燃料池高活度廢樹脂移貯作業安全評估報告」,技術手冊及技術程序書,INER-OM-1212,97.08.07。
31. 石有成,「國外核設施除役遙控切割技術應用」,調查報告,INER-S0542R,97.08.08。
32. 武及蘭,「赴法國馬賽 參加全球核能婦女會 2008 年會及參訪法國 CEA 之 Marcoule 及 Cadarache」,出國報告,INER-F0199,97.08.08。
33. 莊文壽,「赴日參加 2008 東亞放射性廢棄物管理論壇(EAFORM)管理委員會會議及參訪處置技術研發機構」,出國報告,INER-F0203,97.08.13。
34. 楊崇伍,「TRR 鈾粉移貯熱室 177 之輻射防護與屏蔽分析」,研究報告,INER-5453R,97.08.13。
35. 莊文壽,「低放射性廢棄物最終處置場安全評估技術之建立」,研究報告,INER-5454,97.08.13。
36. 馬志銘,「用過核子燃料長期貯存與處置設施之監測」,研究報告,INER-5476,97.08.26。
37. 邱鎧盛、王正忠,「解除管制量測實驗室與量測技術建立」,研究報告,INER-5477,97.08.26。
38. 陳怡昌、李崙暉,「3D 數位模型於 TRR 除役計畫中之應用」,技術手冊及技術程序書,INER-OM-1219R,97.08.27。
39. 李崙暉,「除役之初期規劃和計畫管理研究」,研究報告,INER-5493R,97.09.16。
40. 吳柏林,「低放射性廢棄物處置場工程障壁材料耐久性影響因子分析」,研究報告,INER-5516,97.09.24。
41. 任天熹,「粉末外罐焊道檢驗及相關零件設計」,研究報告,INER-5582,97.10.14。
42. 曾育貞、林國明、廖啟宏、鍾人傑,「國外放射性污染除污技術之發展現況--鉛罐除污技術、超臨界二氧化碳除污技術」,研究報告,INER-5584R,97.10.14。

43. 陳誠一，「低放射性廢棄物最終處置資訊系統分析報告書」，技術手冊及技術程序書，INER-OM-1235，97.10.14。
44. 朱信旗，「TRR 燃料池鈾粉罐包裝及運傳送規劃」，技術手冊及技術程序書，INER-OM-1237，97.10.15。
45. 張國源，「TRR 燃料池高活度廢樹脂移貯作業程序書」，作業程序書，INER-SOP-0139R，97.10.16。
46. 邱鎧盛，「輸送帶活度篩選系統建立與性能測試」，研究報告，INER-5635，97.10.16。
47. 陳怡昌，「除役計畫與知識管理」，技術手冊及技術程序書，INER-OM-1243R，97.10.16。
48. 張偉清，「TRR 燃料池高活度廢樹脂移貯作業之儀控設計」，技術手冊及技術程序書，INER-OM-1244R，97.10.16。
49. 帥如傑，「網頁 3D 介面應用於核設施除役計畫」，研究報告，INER-5649，97.10.16。
50. 陳朝鈺、張志清、陳又平，「陰、陽混合樹脂對 Co、Sr 及 Nd 離子吸附效率之研究」，研究報告，INER-5663R，97.10.16。
51. 黃朝偉，「化學除污劑除污技術與超音波除污技術介紹」，研究報告，INER-5667R，97.10.16。
52. 李中新，「Unit20 手套箱與桶槽管線拆除後續隔離帳篷除污工作實錄」，技術手冊及技術程序書，INER-OM-1248R，97.10.17。
53. 李中新，「Unit 20 手套箱與桶槽管線拆除工作實錄」，技術手冊及技術程序書，INER-OM-1249R，97.10.17。
54. 李中新，「Unit 21 手套箱拆除工作實錄」，研究報告，INER-5673R，97.10.17。
55. 李中新，「Unit20 手套箱及 20V60 等桶槽拆除作業--輻射防護作業程序書」，技術手冊及技術程序書，INER-OM-1253R，97.10.17。
56. 李中新，「Unit20 手套箱及 20V60 等桶槽拆除作業--廢棄物檢測與分類作業程序書」，調查報告，INER-S0543R，97.10.17。
57. 陳又平，「濕式氧化法處理超 C 類廢樹脂可行性評估報告」，研究報告，INER-5685R，97.10.16。
58. 張盼兮，「除役專案 052 館人員劑量監控系統(XP 作業版)」，技術手冊及技術程序書，INER-OM-1257R，97.10.17。
59. 林建功、梁坤炫，「Vista FC 低背景 α/β 自動計測系統操作程序書」，技術手冊及技術程序書，INER-OM-1259R，97.10.17。
60. 張仕康、金筑庸，「蘭嶼貯存場整桶加馬計測之勞工安全衛生計畫」，技術手冊及技術程序書，INER-OM-1260R，97.10.17。
61. 馬力，「TRR 燃料安定化產物暫貯護箱屏蔽驗證報告」，作業程序書，INER-SOP-0144，97.10.17。
62. 張盼兮、周貽新，「除役專案管理資訊系統設計」，技術手冊及技術程序書，INER-OM-1263R，97.10.20。

63. 張志清、陳又平，「輻射致效光觸媒降解陽離子交換樹脂之研究」，研究報告，INER-5702R，97.10.20。
64. 葉俊賢，「97 年度解除管制試樣量測分析能力試驗執行程序書」，研究報告，INER-5706，97.10.20。
65. 黃友禮，「核設施解除管制之合理抑低分析」，研究報告，INER-5710，97.10.20。
66. 蔡源順，「輻射作業場所及可發生游離輻射設備安全檢查作業程序書」，作業程序書，INER-SOP-0145R，97.10.20。
67. 李碧芬、王正忠、梁坤炫，「液態閃爍計數系統(PACKARD 2900TR)作業程序書」，作業程序書，INER-SOP-0146R，97.10.20。
68. 李崙暉、張偉清、陳怡昌，「歐洲核能設施除役經驗之探討」，研究報告，INER-5741R，97.10.22。
69. 彭恩琪、王正忠，「參加九十六年環境試樣放射性核種分析能力試驗報告」，研究報告，INER-5755，97.10.23。
70. 李繡偉、王正忠，「核設施建物解除管制量測作業規範之劑量評估」，研究報告，INER-5762R，97.10.24。
71. 武及蘭、王正忠、彭恩琪、簡凱偉、葉俊賢、邱鎧盛、張栢菁，「英國核能工業解除管制與豁免管制作業規範」，研究報告，INER-5769R，97.10.24。
72. 陳誠一、吳禮浩，「情節建構技術分析」，研究報告，INER-5781，97.10.28。
73. 呂永方、劉玉章、黃朝偉、曾育貞、林國明、鍾人傑，「水泥塊除污技術發展現狀」，研究報告，INER-5782R，97.10.28。
74. 邱銘亮、林國明、魏聰揚，「低放射性廢液處理工程基本設計經驗回饋」，研究報告，INER-5790，97.10.28。
75. 王正忠，「參加「第 5 屆低活度核種計量量測技術國際會議(ICRM-LLRMT)」」，出國報告，INER-F0215，97.10.30。
76. 簡凱偉，「超低背景液體閃爍能譜儀 Quantulus 1220 之性能評估報告」，研究報告，INER-5804R，97.10.30。
77. 吳明興、林國明，「012 館廢棄除污劑固化系統操作程序書」，研究報告，INER-5806R，97.10.30。
78. 張仕康、金筑庸，「蘭嶼貯存場整桶加馬計測之輻射防護計畫」，技術手冊及技術程序書，INER-OM-1272，97.10.30。
79. 彭恩琪，「016 館超鈾實驗室 Unit 20 及 Unit 21 手套箱拆除作業人員尿樣及環境試樣銻核種活度分析報告」，研究報告，INER-5810R，97.10.30。
80. 林俊良，「用過燃料安定化產物粉末外罐銲道洩漏測試程序書」，作業程序書，INER-SOP-0151，97.10.30。
81. 黃友禮，「低放射性廢棄物最終處置場運轉異常之輻射劑量評估」，研究報告，INER-5818R，97.10.30。
82. 朱信旗，「TRR 燃料池鈾粉罐操作程序書」，作業程序書，INER-SOP-0154，97.10.31。

83. 黃其文，「TRR 燃料池高活度廢樹脂移貯系統組裝測試報告」，技術手冊及技術程序書，INER-OM-1279R，97.10.31。
84. 吳秉榮，「TRR 燃料安定化產物暫貯護箱作業前測試規劃」，研究報告，INER-5837，97.10.31。
85. 馬力，「TRR 燃料池鈾粉罐運送至熱室作業程序書」，作業程序書，INER-SOP-0156，97.10.30。
86. 朱德文，「用過 TRR 燃料安定化之程序驗證及接收標準作業」，研究報告，INER-5851，97.11.02。
87. 郭明傳，「低放射性廢棄物處置場異常情節之輻射劑量評估參數與案例分析」，研究報告，INER-5876R，97.12.02。

(四)專利申請 15 件(國內 9 件/國外(美國)6 件)

1. 鍾人傑、石淑敏、陳育生，「廢水處理觸媒物質之製造方法」，申請我國發明專利，案號 097114577，申請日期 97.05.01。
2. 張國源、許恆雄、馬力、鄭祖漢、陳忠生，「一種水底高放射性鈾粉之收集方法」，申請我國發明專利，案號 097116058，申請日期 97.05.14。
3. 張志清、陳又平，「閃爍體和光觸媒分離之複合體及其製造方法」，申請我國發明專利，案號 097122601，申請日期 97.06.18。
4. 任天熹、馮上燭，「可快速操作及減少傳送阻力之罐蓋機構」，申請我國發明專利，案號 097121062，申請日期 97.06.27。
5. 任天熹、莊適祊、馮上燭，「水下檢測掃描裝置」，申請我國發明專利，案號 097123915，申請日期 97.07.14。
6. 鍾人傑、石淑敏、陳育生，「廢水處理觸媒物質之製造方法」，申請美國發明專利，案號 12/169,009，申請日期 97.07.21。
7. 張國源、許恆雄、馬力、鄭祖漢、陳忠生，「一種水底高放射性鈾粉之收集方法」，申請美國發明專利，案號 12/173,030，申請日期 97.08.01。
8. 蔡振鐸、梁國隆、吳江纘、李中新，「超鈾儲存設施之拆除裝置及其方法」，申請我國發明專利，案號 097128262，申請日期 97.08.25。
9. 葉俊賢、袁明程，「棒狀射源及其校正假體結構」，申請我國發明專利，案號 097128261，申請日期 97.08.25。
10. 張志清、陳又平，「閃爍體和光觸媒分離之複合體及其製造方法」，申請美國發明專利，案號 12/207,491，申請日期 97.09.15。
11. 郭鴻達，「輻射偵檢取樣裝置」，申請我國發明專利，案號 097133051，申請日期 97.09.17。
12. 葉俊賢、袁明程，「棒狀射源及其校正假體結構」，申請美國發明專利，案號 12/199,805，申請日期 97.09.17。
13. 蔡源順、李綉偉，「取樣管」，申請我國新型專利，案號 097217304，申請日期 97.10.07。
14. 蔡振鐸、梁國隆、吳江纘、李中新，「超鈾儲存設施之拆除裝置及其方法」，申請美國發明專利，案號 12/238,453，申請日期 97.10.09。
15. 蔡源順、李綉偉，「取樣管」，申請美國發明專利，案號 12/260,236，申請

日期 97.10.31。

(五)專利獲得 3 件(國內 3 件/國外 0 件)

1. 潘本立、曹國浩、晏子中、王大屏，「核廢棄物桶檢測程序之貯存桶上下棧板之作業方法」，獲得我國發明專利，證號：發明第 I 291181 號，期限 96.12.11~115.02.22。
2. 鍾人傑，「油性磁流體之製備方法」，獲得我國發明專利，證號：發明第 I 293075 號，期限 97.02.01~114.10.26。
3. 葉俊賢、袁明程，「活度量測之多密度校正裝置與校正方法」，獲得我國發明專利，證號：發明第 I 298800 號，期限 97.07.11~115.01.19。

(六)技服/產品收入 120,074 千元

1. 執行台電後端處之「我國用過核燃料長程處置潛在母岩特性調查與評估階段--發展初步功能/安全評估技術(94-96 年度計畫)」委託計畫案(94.12~96.12)，合約金額 54,285 千元，收入 16,286 千元。
2. 執行中興工程公司之「低放射性廢棄物最終處置場可行性安全評估」委託計畫案(93.09~97.08)，合約金額 25,000 千元，收入 10,000 千元。
3. 執行原能會物管局之「低放射性廢棄物最終處置場設計安全考量之研究」委託計畫案(97.03~97.12)，合約金額 390 千元，收入 390 千元。
4. 執行台電核一廠之「核一廠低放射性污染廢金屬減容處理工程」委託計畫案(95.03~97.02)，合約金額 11,429 千元核一廠低放射性污染廢金屬減容處理工程，收入 5,276 千元。
5. 執行台電核二、三廠「高效率固化劑銷售」案，收入 2,895 千元(核二廠固化劑 1,970 千元；核三廠固化劑 925 千元)。
6. 放射性廢棄物接收處理服務(97 年度)，收入 10,016 千元。
7. 執行中鋼公司之「集塵灰水洗廢液淨化處理系統規劃設計與處理劑之供應」委託計畫案(96.02~98.02)，合約金額 60,376 千元，收入 27,955 千元。
8. 執行台電核一廠之「核一廠用過控制棒葉片減容作業」委託計畫案(94.02~97.03)，合約金額 62,809 千元，收入 47,256 千元。

(七)技術授權金 3,299 千元

1. 核二、三廠「高效率固化劑」銷售案 299 千元。
2. 亞炬企業股份有限公司「低放射性濕性廢棄物高效率處理技術」授權案 3,000 千元。

(八)委託計畫簽約金 53,406 千元

1. 物管局委託「低放射性廢棄物最終處置場設計安全考量之研究」，簽約金額 390 千元。
2. 我國用過核燃料長程處置潛在母岩特性調查與評估階段--發展初步功能/安全評估技術(97-99 年計畫)，簽約金額 28,000 千元。
3. 全國各業界「放射性廢棄物接收處理服務」，金額 10,016 千元。
4. 核二廠「固化劑 12,000 公斤」，簽約金額 4,200 千元。
5. 核三廠高效率固化劑銷售(卜特蘭水泥 400 桶)，簽約金額 3,800 千元。
6. 「低放射性濕性廢棄物高效率處理技術」授權亞炬企業股份有限公司，簽

約金額 6,000 千元。

- 7.金門縣政府委託「金門地區九十七年度地下水權核發及管制研究計畫」，簽約金額 1,000 千元。

三、期中審查意見及回復說明

核能研究所 97 年度科技計畫期中成果效益報告 審查委員意見及回復表

計畫名稱：核設施除役及廢棄物管理技術之發展與應用(2/4)	
審查委員：吳瑞堯	
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明
1. 各項計畫工作目標大致完成，僅燃料安定化工作略有落後(98.7%)，請注意趕上進度。	由於受限作業場地從行其他計畫任務之排擠，致使燃料安定化工作進度略有落後。已協調燃材組熱室下半年全面配合，支援執行燃料安定化作業，趕上停滯的作業進度。
2. TRR 爐體拆除之 3D 模型及工程資料已有相當進度，但“拆除”相關資料及工法之評估，未見說明，請加強規劃。	計畫已開始就 TRR 爐體經過遷移後目前安全貯存的環境下，未來可能拆除時機（如民國 112 年）、拆除廢棄物、拆除工法及程序、拆除環境建置等，循序進行評估，並已於中心期中檢討提出討論。
3. 除役技術之建立，目前除 pilot scale 設施建立外，研究報告彙整經驗非常重要，然而所列 9 篇報告所內報告缺乏經驗傳承之報告。	「核設施除役及解除管制技術研究」分項計畫本年度規劃所內研究報告共 63 篇（2.55 篇/人年），並配合除役資訊 e 化管理系統建立，彙整除役資訊以達到經驗傳承之目的。
4. 超 C 類樹核種吸附實驗成果 (pg. 49)圖表之縱座標單位不明瞭，且未附簡單敘述文字，請考慮改善。	謝謝指正，已遵照意見將各座標軸代表意義明確化標示，並附上實驗目的之簡要說明。
5. 廢棄物脫除 TRU 研究及 SCWO 研究進度及成果可加強說明。	樹脂脫除 TRU 研究及 SCWO 研究均為本年度執行的重點，目前正持續進行相關研究中，將整合本所及委託學術單位之研究成果，於年終報告加強說明。
6. 低放處置今年為 2/2，是否已規劃較完整之結案報告，並提出建議事項。	將遵照委員意見進行本子項結案報告撰寫之規劃，除依照報告制定格式詳實說明研發過程與具體成果外，亦將對管制機關提出安全審查技術之具體建議。

核能研究所 97 年度科技計畫期中成果效益報告
審查委員意見及回復表

計畫名稱：核設施除役及廢棄物管理技術之發展與應用(2/4)	
審查委員：郭榮卿	
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明
1. TRR 用過燃料於熱室進行安定化作業，因熱室設備與作業人力受其他進行中計畫排擠導致略有延誤等情事。除了與相關計畫加強溝通協調外，設備故障及維修保養等亦為影響工作進度重要因素之一，宜檢討採行之作業方法是否有增加維修困難之疑慮及可能改進措施，以解決計畫落後之問題。	謝謝委員指正。熱室機械手等設備老舊，故障維修及保養耗時，確為影響工作進度重要因素之一，且主要設備組配件採購困難，益增檢修作業之不確定性；目前 TRR 用過燃料在熱室內之安定化作業程序，係由熱室作業人員依據熱室設施之特性規劃設計而成，將持續視執行過程需要檢討改進。
2. 報告中若干文字或標點上瑕疵，請檢討是否需要修正。	謝謝委員，已遵照指正完成修改。
3. 報告未完全遵照規定格式撰寫。	依原能會 96 年 12 月 26 日(會綜字第 0960032506)函說明，所附期中及期末報告格式，另亦可依計畫屬性增列計畫執行情形及績效說明。為求計畫執行過程之紀錄完整性，因此，在期中報告格式內增列「主要執行成果」及「1 至 6 月預定目標及執行成果對照表」等二節，俾利於查對與傳承。

核能研究所 97 年度科技計畫期中成果效益報告
審查委員意見及回復表

計畫名稱：核設施除役及廢棄物管理技術之發展與應用(2/4)	
審查委員：陳明輝	
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明
報告詳實，成果豐碩。本計畫著重工程實務執行，建議考量增加「專利」績效之產出。	謝謝委員鼓勵與建議，本年度計畫規劃產出 11 件專利申請，目前除了提出 3 件申請外，尚有 4 件已通過所內審查送件中，其他預定於 10 月底提出申請。

四、期末審查意見及回復說明

核能研究所 97 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：核設施除役及廢棄物管理技術之發展與應用(2/4)	
審查單位：核能研究所	
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明
1.本計畫在人力、預算限制下，年度內依然大致完成計畫量化及質化目標，尤其質化目標之達成，不僅種類龐雜、設施之需求度大、輻射風險高，績效良好。	謝謝支持與肯定。
2.燃料安定化工作略有落後，不論落後原因為何，均值得檢討原規劃作業之慎密度程度，避免再度發生計畫外之情況。	用過燃料運送及安定化作業進度，主要因設備故障及熱室作業空間排擠而落後。已規劃 98 年補完成落後數量。並另於 99 年成立獨立子項計畫，分年完成所有 TRR 燃料安定化處理。
3.反應器拆除技術列入研究目標多年，仍未對技術本體(切割或一體遷移)詳加考慮，請儘速就切割技術及其考量整體遷移在最終處置之可行性分別研析。若不能擇一而行，就應分頭並進，先行考量。	依據法規和除役計畫書，TRR 爐體除役是採拆除為之，計畫依此原則執行拆除規劃研究。整體遷移做最終處置為除役方式的另一選項，後續會考量與拆除除役方式做評估比較。
4.高低放處置技術發展多年，在現存條件下，不易快速落實應用，是否有計畫編寫技術叢書，留下紀錄，並為公眾溝通之素材。	處置計畫研發成果歷年來均視其性質，以期刊、論文、對內報告、技術手冊等不同文件型式留存紀錄，並將相關資料建置於廢棄物管理資訊系統。這些技術文件隨時可以因應需求轉化為技術叢書與公眾溝通素材。今後將加強投稿於一般性科學雜誌或期刊，教育民眾處置知識；另若主管機關設立官方宣導網站，本計畫亦全力配合提供資訊。

審 查 委 員 意 見	回 復 說 明
5.本所除污中心技術之建立是否以提供台電建立大修除污中心之應用，相關運輸、管制、檢測等議題是否已考量周到？	本所 012 館除污設施目前以處理本所 TRR 除役產生之廢棄物為主，其除污方式，偏向於廢棄物不再使用之除污處理，而核電廠大修時所需之除污則偏向需再用之除污，未來核電廠有意建立金屬廢棄物除污中心，將可參考本所金屬廢棄物處理模式，在電廠內建立金屬除污設施及相關之檢測、管制、外釋方式等，本所亦可提供全套相關之技術協助。
6.未來重要研發設施之建立與核心技術之開展仍待確認。	本計畫就除役廢棄物解除管制及清潔外釋方面已建立核心技術與基礎設施，實際執行混凝土塊及廢金屬之外釋，並獲致優異減廢成效。高活度設施拆除及高活度廢棄物清理等則隨計畫工作推動，逐一建立核心技術中。

核能研究所 97 年度科技計畫期末查證書面審查意見答復表

計畫名稱：核設施除役及廢棄物管理技術之發展與應用(2/4)		
審查單位：原子能委員會		
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明	修 訂 頁
壹、執行之內容與原計畫目標符合程度(20%) 1.除用過燃料裝罐作業進度落後、超 C 類放射性廢樹脂處理技術之濕式氧化法「處理系統之基本設計與細部設計」工作暫停以及混凝土碎塊之除污技術等均未達原預期目標外，其餘皆限期完成。 2.本年度所執行之工作內容與年度目標的吻合度十分高，然總目標之描述似有把除役及廢棄物處理之相關技術擴及下階段國內核設施除役之希望，目前之執行內容及成果，似主要侷限於所內 TRR 之除役，對商務運轉之核設施除役本計畫可扮演的角色，似可加以著墨。 3.除用過燃料運送及安定化達成度 90%外，其餘項目皆 100%達成經費執行率亦維持良好。 4.計劃執行人力因受研究人員離職與退休等因素而少 8.26 人年。	1.進度落後及未符預期目標之說明如下： (1)用過燃料裝罐作業落後部分，將努力克服儀具故障、協調場地侷限等障礙並趕上進度。 (2)超 C 類廢樹脂處理經評估不適合單以濕式氧化法處理。因而系統之基本設計與細部設計暫無迫切性，改以「模擬超 C 類廢樹脂之模擬 TRU 核種脫除研究」替代，待廢樹脂降級後以濕式氧化法處理確認可行，再進行處理系統設計。 (3)混凝土碎塊之除污經以多種方法進行實驗，結果顯示僅電化學法可除污至達外釋標準，惟該法經濟效益仍有待評估驗證。 2.感謝委員建議，請參閱柒、5 之答覆說明。 3.謝謝支持。 4.本報告撰寫時年度尚未結束，現已依據最後之人力工時系統統計，重新修正計畫人力：年度規劃投入之研究人力 41.95 人年；全年實際投入之研究人力 36.31 人年，實際參與較原訂規劃差異少 5.64 人年。	pp.1 pp.18-23

計畫名稱：核設施除役及廢棄物管理技術之發展與應用(2/4)		
審查單位：原子能委員會		
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明	修 訂 頁
貳、已獲得之主要成就與成果滿意度(30%) 1.本計畫之執行不管是在量化績效指標產出、年度預定目標及執行成果等大致上合乎 KPI，值得讚許。 2.期末報告第貳、五節對照表中所列「預定目標及預期成果」均為定性化之描述；而「預定目標及預期成果達成狀況」則多為定量化之描述，兩者不易比對。「預定目標及預期成果」欄之描述所屬「工作內容」性質。 3.所提供之資料中未能看出「97 年度作業計畫」第四節「年度工作項目分月工作進度及摘要」中「查核」點所列各項工作預定完成日期，其實際完成日期為何？ 4.本計畫性質上屬技術發展及開發，其在技術之創新，know-how 之紀錄，技術之移轉，人才之培育及學術論文之產出，均有顯著之績效。 5.本計劃主要為核設施除役及廢棄物管理技術之發展與應用，技術開發及應用為主要工作，所選之績效指標尚稱合理。	1.謝謝支持與肯定。 2.謝謝指正，往後針對各項「預定目標及預期成果」之訂定，能夠量化者將精準描述定量化數值。 3.作業計畫所列各項工作「查核點」之預定與實際完成日期，按規定於每季繳交的「計畫執行進度報告」填報，並在「政府計畫管理資訊網」上限填報，未達「查核點」者須被追蹤查核。 4.謝謝肯定與鼓勵。 5.謝謝支持。	
參、評估主要成就及成果之價值與貢獻度(30%) 一、學術成就之評述(科技基礎研究) <u>量化成果評述</u>： 1.本計畫完成 14 篇期刊論文、13 篇研討會論文、兩場學術活動及 87 篇技術報告、15 件專利申請、接受 8 項技術服務委託，在量化成果方面實屬難能可貴。 2. P.25，表二：國外 SCI 接受刊登 1 篇論文，能否說明是那一期刊？	1.謝謝肯定與鼓勵。 2.論文名稱為“Uncertainty propagation of hydrodispersive transfer in aquifer :	pp.27

計畫名稱：核設施除役及廢棄物管理技術之發展與應用(2/4)		
審查單位：原子能委員會		
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明	修 訂 頁
An illustration of one-dimensional contaminant transport with slug injection”, 刊登於 “Stochastic Environmental Research and Risk Assessment”期刊。 3.建議在 P.27 之伍、一節「學術成就」說明論文數量及期刊發表情形。 4.在論文、技術報告方面之產出量值得肯定。 5.國外 SCI 論文接受 1 篇，投出 9 篇，有很好的成果。 6.國外學術會議有 4 篇，應再增加篇數鼓勵研究人員參加學術會議從事學術交流，並可吸收新知。 <u>質化成果評述：</u> 1.本計畫培育博、碩士 7 人，3 件取得專利，技服/產品收入 120,074 仟元，技術授權金 3,299 仟元及委託計畫簽約金 53,406 仟元，建立各項評估技術並帶動國內學術界參與放射性廢棄物處理與處置領域之研究，成果豐碩。 2. P.27，伍、一、(四)委託國內大學執行之 4 個研究案是否在本(97)年度已完成？請說明。 3.「用過膠體....研究」及「高完整性承裝容器....研究」係委託那些大學執行？請說明。 4.論文多擬投稿 SCI 期刊，顯示質方面應已達一定水準。	3.遵照辦理。 4.謝謝肯定與鼓勵。 5.謝謝肯定與鼓勵。 6.謝謝提示，遵照朝建議方向努力。 1.謝謝肯定與鼓勵。報告中博、碩士之培育疏失誤植為 7 人，正確應是碩士生 5 人、博士生 1 人共培育 6 人，已予以修正。 2.本年度 4 項委託國內大學研究計畫皆已按照簽訂委託研究計畫合約完成。 3.本年度計畫內共有 4 項委託國內大學研究計畫，分別為(1)義守大學化工系王詩涵教授「廢棄物脫除 TRU 之研究」；(2)義守大學化工系梁明在教授「有機廢棄物之超臨界水氧化(SCWO)處理研究」；(3)高雄應用科技大學化工與材料系楊文都教授「用過膠體除污劑處理研究」；(4)台灣科技大學營建系黃兆龍教授「高完整性承裝容器製程自動化研究」。 4.謝謝肯定與鼓勵。	pp.27 pp.25 pp.27

計畫名稱：核設施除役及廢棄物管理技術之發展與應用(2/4)		
審查單位：原子能委員會		
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明	修 訂 頁
5.相關成果對日後核電廠除役是否足夠扮演關鍵性角色，成果報告中未加著墨；但廢棄物處理部份之研究，能達至當數量之專利案及成功進行技轉，應為成果實用性之證明。 6.仍有提升空間。 二、技術創新成就之評述(科技整合創新) <u>量化成果評述：</u> 1.如報告中之八項成果，其量不少，成果輝煌。 2.預訂完成之處理數量均在本(97)年度內完成。 3.能達致多項專利之申請，顯示技術創新在量方面達致一定成效。 4.尚佳。 <u>質化成果評述：</u> 1.八項成果之效益貫通放射性廢棄物處理和處置之需求。 2.本(97)年度建立我國廢棄物活度量測校正技術及量測追溯驗證體系，顯示整合能力提升且有具體成果。 3.質方面，相關成果部份直接用於TRR之拆除，部份對國內相關核產業有所貢獻，惟目前所研發之技術那些可以scale up以廠商轉反應器應用，又其應用之可能經濟效益，可否稍加著墨。 4.計劃中對用過核子燃料長期貯存	5.請參閱柒、5之答覆說明。 6.將繼續努力提昇論文及專利品質與數量。 1.謝謝肯定與鼓勵。 2.謝謝肯定與鼓勵。 3.謝謝肯定與鼓勵。 1.謝謝肯定與鼓勵。 2.謝謝肯定與鼓勵。 3.經由執行計畫所獲得之成果與經驗，可以為未來商用反應器除役直接參考之本土化技術經驗；共通性之除役技術需求，包括設施除役前盤點、廢棄物管理、廢棄物外釋、解除管制等均具有實際應用價值之經驗及技術。其中除濕性廢棄物高效處理技術已技轉將實際應用於核電廠外，廢金屬之除污及解除管制技術等皆可scale up供應用並達90%以上之減廢效果。 4.遵照審查意見。補充說明用過核子燃	pp.30-31 pp.28 pp.29

計畫名稱：核設施除役及廢棄物管理技術之發展與應用(2/4)		
審查單位：原子能委員會		
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明	修 訂 頁
之研發成果應評述。 三、經濟效益之評述(產業經濟發展) <u>量化成果評述：</u> 1.從報告不論是節省成本或預估經濟效益都有不錯成績。 2.「放射性濕性廢棄物高效率處理技術」成功技術授權國內企業，直接與間接效益高。 3.廢金屬外釋除標售之直接經濟效益外，建議亦說明如未外釋，所造成倉貯及未來最終處置之成本，亦即說明間接效益。 4.目前已產生之實質收益雖十分有限，但預估未來之收益以及在擴充國內商機上有不錯之經濟效益，頗值肯定。 5.核廢料及相關設施處理能保護環境，減少污染，減少支出，對經濟效益而言主要在節約處理費用。 <u>質化成果評述：</u> 1.本案之成果可實際運用於現況之需求，降低對國外之技術依賴，提升國內之競爭力及促進產業化。 2.目前有產生明確經濟效益為廢棄物處理方面，至於除役及解除管制方面的貢獻，雖未能量化評估，但建議應考量目前技術產出對日後核電廠除役之可能 impact，並盡量嘗試其貢獻。 3.放射性濕性廢棄物高效率處理技	料長期貯存研發成果之評述。 1.謝謝肯定與鼓勵。 2.謝謝肯定與鼓勵。 3.遵照意見補充說明間接之效益。以本所接收廢金屬類之處理貯存費用為432元/kg，最終處置成本為302元/kg估算，本年外釋90公噸間接效益達6,600餘萬元。 4.謝謝支持與鼓勵。 5.謝謝寶貴意見。 1.謝謝支持與肯定。 2.依據國外經驗，電廠除役產生數十萬公噸之廢棄物中，有90%以上可以解除管制而以一般廢棄物的方式處理，其費用僅為低放處置的1/10。本計畫所建立的解除管制技術，已順利完成本所 TRR 濕貯槽混凝土塊1,200公噸及031館貯存庫內廢金屬100公噸之解除管制外釋，進而資源回收再利用，放射性廢棄物的減廢效果高達90%以上，其成功的技術及經驗可供我國未來核電廠除役的參考。 3.謝謝肯定與鼓勵。	pp.29

計畫名稱：核設施除役及廢棄物管理技術之發展與應用(2/4)		
審查單位：原子能委員會		
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明	修 訂 頁
術授權國內企業成果佳。 四、社會影響之評述(民生社會發展、環境安全永續) <u>量化成果評述：</u> 1.雖然無明顯量化成果，終究是一個開始。 2.成果報告中之評估側重在對目前 TRR 拆除/除污等的貢獻，但此點較難說服社會大眾本計劃成果對民生社會或環境安全永續上有所貢獻。 3.有關民生社會發展、環境安全永續確有幫助。 <u>質化成果評述：</u> 1.提升全民對核能產業之信心。 2. P.29，第四，(一)節所述「....逐步減少 TRR....存量，提升....安全保障」，實際上對外界而言，存量未改變(只是變更存放地點)，會提升環境輻射安全保障是因為廢棄物經過安定化及更換之輻射防護措施。 3.在相關成果能進一步包裝成向社會宣傳核能設施除役之可行性、安全性，將會深化此方面之貢獻，換言之可把 TRR 拆除視作一示範案例而非計劃之主角。 4.對 TRR 爐體拆除時機(如民國 112 年)如何決定？與國外類似狀況相比較時機是否合宜？	1.謝謝鼓勵。 2.請參閱柒、5 之答覆說明。 3.謝謝支持。 1.謝謝肯定與鼓勵。 2.謝謝指正。執行高活度污染設施清理，確為逐步將 TRR 燃料池內廢棄物，經適當處理，如安定化或加設屏蔽包裝後，移置較完善廢棄物貯存設施，以提昇週遭環境輻射安全保障。 3.感謝委員建議，計畫將強化執行結果之包裝以深化執行效益。 4.國外類似研究用反應器採取拆除策略者如德國 MZFR 反應器(57MW_e)於 1984 年停止運轉，2000 年開始爐體拆除；英國 WAGR 反應器(33MW_e)於 1981 年停止運轉，1999 年開始爐體拆除；亦有採取先經過安全貯存策略者如日本 JRR。TRR 爐體拆除策略評估因素包括法規規定 117 年完成除役，拆除廢棄物處置需求及成本，技術、人力、經費妥適	pp.30-31 pp.30

計畫名稱：核設施除役及廢棄物管理技術之發展與應用(2/4)		
審查單位：原子能委員會		
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明	修 訂 頁
五、其它效益之評述(科技政策管理及其它) <u>量化成果評述：</u> 1.無特別量化成果。 2. P.30，第五、(一)項：依該項內容，建議移至第四節「社會影響」。 3.本第一及第四項嚴格而言似乎也 4.如何彌補退休人員之損失及技術傳承宜加強。 <u>質化成果評述：</u> 1.無特別質化成果。 2. P.30，第五、(二)及(三)項內容：建議以知識管理及經驗傳承之觀點進行說明。 3.經驗傳承方面，目前透過錄影及資料庫、技術文件等顯示已有此方面的努力，但是否有獨立之評核或驗證機制檢驗目前之方式及其內容足資日後因人員斷層而引起之經驗斷層能有效克服？	性等，目前仍評估中。 1.略。 2.遵照意見重新編排。 3.遵照意見重新編排。 4.本年度起本所已開放進用國家考試及格人員遞補退休缺額，另研發替代役人力名額亦有增加。 1.略。 2.謝謝委員建議，將加強知識管理及經驗傳承之說明。 3.核設施除役管理資訊系統，目前循行政管理及計畫管理體系逐步建置，朝完整保存核設施除役規劃、執行及後續物料流向之紀錄；尚須加強除役技術深、廣度彙整，以達經驗傳承目的。	pp.30 pp.30 pp.31
肆、與相關計畫之配合程度(10%) 1.雖有部分項目因設備或人力調派問題稍有影響，不過大體上仍能完成，誠屬難能可貴。 2.熱室調度之協調可能仍有進步之空間。 3.尚可。	1.謝謝支持與肯定。 2.感謝委員指正，計畫將密切協調，提昇資源使用效益。 3.謝謝支持。	
伍、計畫經費及人力運用的適善性(15%) 1.人力之運用差異達 8.26 人年，佔原計畫的 19%，仍然可完成計畫目標，顯見人力之計畫有高估。 2.除 TRR 用過核子燃料安定化作業	1.現已依據最後之人力工時系統統計重新修正，實際參與較原訂規劃差異少 5.64 人年。 2.謝謝支持，進度落後部分將努力克	pp.18-23

計畫名稱：核設施除役及廢棄物管理技術之發展與應用(2/4)		
審查單位：原子能委員會		
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明	修 訂 頁
稍有落後外，餘均與原計畫之規劃一致。 3.本計畫人力皆有比原預估減少，自正面視之是人員利用效率有所提昇，然自另一角度，是否也顯示當時有涉及浮編之虞？ 4.可接受。	服。 3.為因應全所臨時增加工作，配合調整人力配置，因而實際與規劃自有落差。 4.謝謝支持。	
陸、後續工作構想及重點之妥適度(5%) 1.由報告中之後續工作構想看出，許多計畫之執行時間不是問題，問題出在執行進度或速度應再作調整，方能確定何時執行。 2.執行時間合適。 3.目前構想符合後續 TRR 除役之需求，是否可考慮另加入如何與商轉系統接軌之問題，以擴大本計畫之可能效益。 4.宜適當培育青年研究人員投入以加速處理提高進度。	1.感謝提示寶貴之意見。 2.謝謝支持。 3.請參閱柒、5 之答覆說明。 4.目前本計畫新進年輕同仁皆安排至核設施除役或放射性廢棄物處理與處置相關工作學習。	pp.30-31
柒、綜合意見 1.本案全程 4 年(96~99)，由初期之研發、探討進行至今，已有許多應用到實際的現場作業階段；大體上仍符合計畫目標和目的。 2.本年度各項工作除 TRR 用過核子燃料安定化稍有落後外，均在原規劃進度與預算內完成，且技術整合能力亦有提升。 3.為配合進行後續 TRR 用過核子燃料安定化，熱室相關儀器與設備之保養及備品供應建議儘早規劃與進行。 4.用過核子燃料長期貯存可行性分析成果之應用以及是否有後續須進行之研究，建議儘早預為規劃。 5.除以 TRR 除役相關工作為主要考	1.謝謝支持與肯定。 2.謝謝支持與肯定，進度落後部分將努力克服並趕上。 3.謝謝寶貴意見。計畫將就熱室關鍵設備，分年規劃獲取關鍵備品，期在有限資源下維持設備堪用之最大效益。 4.遵照建議，將於 98 年度完成可行性評估並提出後續研究規劃。 5.核研所研究用核設施除役工作，性質	pp.30-31

計畫名稱：核設施除役及廢棄物管理技術之發展與應用(2/4)		
審查單位：原子能委員會		
審 查 委 員 意 見	回 復 說 明	修 訂 頁
量外，建議可加入如何與商轉之核反應器除役之接軌應用之考量，另一方面，本計畫成果對於有助澄清社會對核能應用安全之疑慮及環境永續經營方面，也應考慮加以推廣宣傳。 6.成果佳，惟人力補充及培育應多加強。	較類似於美國 DOE 所主管之研究用核設施除役計畫（EM 計畫），主要任務為清理國家核能應用研發過程中留下之核設施及廢棄物。美國商用核反應器除役則由 NRC 主管。核研所經由研究用核設施除役之執行及相關廢棄物處理技術之發展所獲得之經驗，可以為未來商用反應器除役直接參考之本土化技術經驗；其執行成果亦有助於澄清核能應用之安全性及環境永續經營之疑慮。共通性之除役技術需求，包括設施除役前盤點、廢棄物管理、廢棄物外釋、解除管制等均建立具有實際應用價值之經驗及技術。目前除了依據法規規定進行除役及廢棄物清理外，亦積極藉由除役資訊系統之建立，彙整除役經驗，達到技術傳承之目的。 6.謝謝支持並加強人員培育。	