

核能研究所台灣研究用反應器 (TRR) 除役作業專案檢查報告



放射性物料管理局
中華民國110年12月

目 次

一、檢查目的.....	1
二、檢查依據.....	1
三、檢查計畫.....	1
四、檢查發現.....	2
五、檢查結果.....	8

一、檢查目的

「台灣研究用反應器（TRR）設施除役計畫書」於民國93 年4 月獲原能會核發除役許可，依「核子反應器設施管制法」及「核子反應器設施管制法施行細則」規定，應於25 年內(118 年3 月底前)完成除役工作。為確保除役作業符合放射性物料管理等相關法規、TRR 設施除役計畫書及相關程序書之規定，並積極督促經營者持續精進除役作業安全與自主管理，放射性物料管理局(以下簡稱本局)對 TRR 設施之安全管制，除例行及定期檢查外，亦視除役階段需求辦理不定期之專案檢查，針對除役重點項目擬定各項檢查項目，並要求核研所提升自主管理品質，以確保除役作業安全。

TRR 除役作業已於109年順利完成燃料池池水、池壁清理及相關附屬系統拆除，依除役計畫書之作業時程規劃，TRR 燃料池清理期間共歷時15年，本次專案檢查將藉由除役作業各項作業紀錄之查核、歷年管制之建議及改善情形、以及實際執行作業現場輻射劑量量測、比對等方式，確實掌握研究用反應器設施除役作業執行狀況、放射性廢棄物管理、人員、環境輻射安全及品質保證執行成效。

二、檢查依據

- (一) 放射性物料管理法及其施行細則。
- (二) 游離輻射防護法及其施行細則。
- (三) 放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則。
- (四) 台灣研究用反應器(TRR)設施除役計畫書(110年版)。
- (五) TRR 核子燃料乾貯場(DSP)清除計畫書」(第2版)。
- (六) 台灣研究用反應器（TRR）爐體廢棄物拆解計畫書

三、檢查計畫

(一) 檢查日期：110年12月1、2、8、10、16日。

(二) 檢查重點：

1. TRR 設施除役進度及規劃
2. 燃料池清理作業
 - (1). 池水、池壁清理及附屬系統拆除情形
 - (2). 燃料池池壁輻射劑量率驗證
 - (3). 廢棄物貯存及各項作業紀錄查核
3. DSP 燃料乾貯場清除作業
 - (1). 作業進度管理
 - (2). 場所輻防管制
 - (3). 廢棄物分類量測、暫存及取樣分析紀錄
4. TRR 爐體廢棄物拆解作業
 - (1). 上生物屏蔽拆解作業紀錄
 - (2). 拆解廢棄物貯存情形
 - (3). 模擬測試研發管理
5. 除役作業放射性廢棄物管理
6. 職安會專案稽查辦理情形

(三) 檢查小組成員：

郭組長、王技正、周技士、高技士。

四、檢查發現

核研所針對此次專案檢查，於檢查前提供說明簡報，本次檢查重點說明如下：

(一) TRR 設施除役進度及規劃

1. TRR 燃料池清理作業依除役計畫規劃時程已順利完成：
 - (1). 鈾粉清理(102～108年)
 - (2). 廢樹脂清理(102～104年)
 - (3). 池水清理(103～107年)
 - (4). 池壁清理(107～109年)
 - (5). TRR 燃料池附屬系統拆除(106～109年)
2. TRR 燃料乾貯場(DSP)清除作業原依本局106年核備之清理計畫書，應於111年完成，惟因疫情、廠商管理及原設計圖老舊不符合實際施工現況等因素，導致施工進度落後，將於111年向本局申請「DSP 清理計畫書」作業時程變更：
 - (1). 前置準備作業(含微型樁、基礎樑、吊裝設備建置)已於108年2～109年11月完成。
 - (2). DSP 清除作業持續進行分區土壤挖除及下混凝土層切割及貯存孔移除切割作業，統計至12月15日止，工程預定進度為56.7%，實際進度為57.04%，進度超前0.34%。
 - (3). 經核研所邀集施工單位研商，施工計畫亦經專業技師重新評估，TRR 用過燃料乾貯場(DSP)清理作業，已陸續順利開挖移除近30支鋼管，計畫時程預計展延至113年底完成。
3. TRR 爐體廢棄物拆解作業依計畫書規劃於110～116年執行：
 - (1). 110年已完成上生物屏蔽 B、C、D 層移除及切割裝箱作業。
 - (2). 為執行爐體切割所需，目前正進行074廠房環境改善工程(含爐體周圍鋼構拆除、控制室監視系統建置、廢棄物運送通道改善等)。

- (3). 依拆解計畫書審查要求，實際拆解前應完成包括：吊運測試、鑽石索鋸模擬切割作業、濕式切割及乾式切割作業、廢棄物模擬切割作業等，其中 Y 型鬆動機具模擬吊運、反應槽模擬吊運及鑽石索鋸模擬切割測試已分別於109年8月、110年3月及110年8月執行完成。

(二) 燃料池清理作業

1. 池水、池壁清理及附屬系統拆除情形

- (1). 經查池水排放共執行19批次，共計1,078 m³(包含燃料池池水926 m³及廠內廢液152 m³)，各項作業及取樣分析紀錄完整。
- (2). 燃料池池壁清理共計產生23桶55加侖桶池壁及池底表面刨除碎屑及12桶池體結構物放射性廢棄物，相關作業及量測、分析紀錄完整。
- (3). 燃料池附屬系統包含冷卻水循環系統、池水淨化系統、熱交換器及相關管路等，共計產生16桶55加侖桶，料帳完整。

2. 燃料池池壁輻射劑量率驗證

本局偕同輻射防護處檢查員於12月1日執行燃料池池壁輻射劑量現場量測比對，轉運池、貯存池、檢查池之表面劑量率分別為13.3、15.0及16.7μSv/h，符合核研所低輻射區劑量標準25μSv/h，後續為使場所可供再利用，於表面進行防水處理後，加裝乾淨之不鏽鋼內襯以隔絕混凝土表層污染。

3. 廢棄物貯存及各項作業紀錄查核

燃料池清理作業期間長達15年，廢棄物貯存及各項作業紀錄眾多，檢查員要求核研所提供池內廢棄物及物件統計表，內容包含廢棄物項目、數量處理情形及貯存場所等，並抽查燃料池池水吸附、過濾、

分析、輸出、傳送等作業紀錄表單及燃料池池壁剷除作業相關表單、取樣分析及裝桶擦拭紀錄等，各項紀錄完整。

(三) DSP 燃料乾貯場清除作業

1. 作業進度管理

為了解承包商及監工廠商對 DSP 清理工程進度管理作為，檢查員查核施工進度管制方法，經查承包商備有工程施工進度管控軟體，經由輸入關鍵查核資訊(如使用材料、產生土方數量、花費金額等)可自動產生工程進度百分比；另監工廠商亦設計有制式查核表格，以本案為例，從擋土設施-微型樁工程到地下貯存結構建置工程，均有詳細應查核項目及對應表格，以有效管理工程進度並確保施工品質。

2. 場所輻防管制

(1). DSP 場所位於核研所廢料處理場內，廢料處理場入口處設有人員進出管制站，另 DSP 場所另設有施工作業人員進出管制站，2處均可針對作業人員進行輻射污染偵測。

(2). DSP 作業場所訂有例行輻射/污染擦拭取樣作業規範，檢查員抽查空氣樣、水樣及貯存孔區劑量量測等紀錄，經查均依規定執行，無異常發現。

3. 廢棄物分類量測、暫存及取樣分析紀錄

(1). 統計至110年12月15日止，清除作業共產生421包小於740Bq/Kg、339包740~20,000 Bq/Kg、36桶55加侖桶大於20,000 Bq/Kg 之土壤以及164包待量測之土壤廢棄物；另有58包大於2 μ Sv/h、158包大於100Bq/kg、6包小於100Bq/kg 及33包待量測之之混凝土廢棄物，經查均依作業程序書分類編碼並分區堆置，暫貯於015W-1及延遲槽廠房。

- (3). 抽查盛裝廢棄物太空包及棧板箱之輻射劑量率偵測、污染擦拭檢測作業紀錄及運送紀錄等，發現均依規定執行，無異常發現。
- (2). 抽查受污染鋼管運送至012館暫貯(較高劑量，編號2-2)之運送包件輻射劑量率偵測與污染擦拭檢測紀錄，其中表面各點污染值小於MDA，運送工具量測值亦符合安全運送規則相關劑量限值之規定。

(四) TRR 爐體廢棄物拆解作業

1. 上生物屏蔽拆解作業紀錄

- (1). TRR 爐體廢棄物上生物屏蔽 B、C、D 層吊運作業，分別於110年6月1日、7日及11日完成，後續切割作業於10月底完成，共計產生24箱 C1盛裝容器，暫貯於012館1樓貯存區，作業紀錄完整。
- (2). 配合 TRR 除役計畫之爐體廢棄物拆解作業，工程組陸續進行074館及延遲槽環境改善工程，並辦理水下濕式切割站、水下放射性金屬切屑收集及水質淨化設備、水下切割整合平台建置等財物採購，將於110年底前陸續完工及驗收。

2. 拆解廢棄物貯存情形

- (1). 估計 TRR 爐體廢棄物拆解後將產生543箱 C1盛裝容器及32箱 C2裝容器。
- (2). 110年已完成上生物屏蔽拆解並產生24箱 C1盛裝容器，經查貯存情形良好，各箱容器於完成裝箱後之表面污染擦拭檢測紀錄及輻射劑量率偵測紀錄完整，量測值均小於MDA及低輻射區劑量限值。

3. 模擬測試研發管理

- (1). 依爐體廢棄物拆解計畫審查意見要求，實際執行拆解前應執行測試項目包含：內部組件吊運測試、鑽石索鋸切割測試、濕式切割測試、乾式切割測試及廢棄物運送測試等，其中 Y 型機具及反應槽模擬吊運測試及鑽石索鋸切割模擬測試已於110年7月完成，其餘項目規劃於111年及112年逐步執行。
- (2). TRR 爐體廢棄物生物屏蔽體細部切割設計已經完成，將辦理工程發包作業，實際切割時將於爐體周圍搭建施工架並以帆布覆蓋，同時將設置負壓通風系統以避免空浮污染發生。
- (3). 有關燃料池於除役過程中產生之廢樹脂廢棄物，核研所已完成安定化程序及最適固化參數研發，後續安定化設備建置相關安全評估報告連同「TRR 廢離子交換樹脂固化流程控制計畫書」將於12月送本局進行審查。

(五) 除役作業放射性廢棄物管理

1. TRR 除役作業之放射性廢棄物依性質不同可分為不可壓(如金屬、混凝土)、可壓可燃(如紙類、塑膠類)、超 C 類(廢樹脂、濾材)、廢液等，除役期間，依規定每月提送所內化工組彙整後提報物管局，經查各項料帳紀錄符合規定，無異常發現。
2. 抽查 DSP 土壤、混凝土及鋼管暫貯情形，其中土壤及混凝土分別暫貯於015W-1及延遲槽廠房，以太空包堆疊3層貯放，包裝外附有條碼可追蹤廢棄物產生來源及量測劑量、分類等資訊；鋼管去除表面附著之土壤及混凝土後，以塑膠膜包裝暫貯於 DSP 廠房，較高污染之鋼管則另以木箱盛裝後運至012館低放貯存設施等待後續除污，條碼清楚標示編號及來源，暫貯情形良好。

3. 抽查 TRR 爐體廢棄物上生物屏蔽拆解鋼板裝箱及貯存情形，裝箱後量測及擦拭紀錄完整，單箱重量符合容器盛裝重量限值(3,200Kg)，堆疊3層符合設計要求。
4. 由於 TRR 爐體廢棄物將於111年開始執行切割作業，近期已陸續完成爐體周圍鋼構拆除及廠房地面、監視系統等環境改善工程，經查例行輻射監測記錄除爐體頂部無法量測外，其餘均依規定執行，量測結果符合分區劑量限值。

(六) 職安會專案稽查辦理情形

職安會針對 TRR 除役作業之自主管理檢查分為定期稽查及不定期稽查(含專案稽查及一般稽查)，統計103年至110年期間，共辦理 120次定期稽查及不定期稽查作業(如附件2)，經查檢查確實，並持續追蹤後續改善情形，符合自主檢查品質管制要求。

五、檢查結果

本次檢查未發現與安全相關之異常情事，有關 TRR 除役作業持續進行之關鍵項目如 DSP 清理及 TRR 爐體廢棄物拆解作業等，本局已將除役作業執行期間應注意事項，以專案檢查發現之形式函文核研所如下，適時提醒並作為強化整體除役作業之管制要求，各項檢查發現將列為後續追蹤查核之重點項目，以確保 TRR 除役作業順利及核研所放射性物料設施營運安全。

1. TRR 燃料池清理作業已於109年底完成燃料池池壁及附屬系統拆除，並於表面進行防水處理後加裝乾淨之不鏽鋼內襯以隔絕混凝土表層污染，經查量測及各項作業紀錄完整，本局及輻防處檢查員實地執行燃料池池壁輻射劑量現場量測比對結果，符合核研所低輻射區劑量標準。
2. DSP 清理作業產生之大量土壤及混凝土廢棄物請持續做好量測及分類工作，廢棄物暫貯期間請做好流向及料帳管理。

3. TRR 爐體廢棄物將於111年正式執行拆解作業，作業期間應確實要求各項吊卸、切割及運送等作業，依作業程序書、拆解計畫書及相關法規之規定執行，極力避免工安意外之發生；尚未完成拆解程序模擬測試之項目，應俟完成各項模擬測試並備妥作業程序書後始得進行。
4. TRR 爐體拆解與 DSP 清理作業過程為國內及國際上難得之除役作業案例，應做好知識及經驗保存，請考量以影片或動畫方式留存，俾利教育訓練或宣導。
5. TRR 除役作業已順利完成燃料池清理，110～111年將持續執行燃料乾貯場 (DSP)清理及110～116年執行 TRR 爐體廢棄物拆解作業等項目，整體除役進度尚符合除役計畫之規劃，惟仍請核研所確實管控各關鍵項目之執行進度。
6. 為確保 TRR 除役作業可順利於25年之除役年限內完成，請核研所針對完成除役作業之應備文件：「廠址環境輻射偵測報告」及「除役完成報告」之具體內容預作準備及規劃。