

核能研究所012館建置TRR廢離子交換樹脂  
安定化設備安全評估報告  
審查報告



行政院原子能委員會  
放射性物料管理局  
中華民國 112 年 6 月



## 目錄

一、前言.....	4
二、審查過程.....	6
三、審查發現.....	6
四、審查結果.....	10
五、審查結論.....	11

## 一、前言

核能研究所「台灣研究用反應器(Taiwan Research Reactor, TRR)」於民國(下同)93年獲行政院原子能委員會同意核備「台灣研究用反應器(TRR)設施除役計畫書」(最新為112年版，會物字第1120001854號函)，將TRR廢離子交換樹脂安定化工作納入除役廢棄物營運管理規劃。核研所自105年起，進行TRR廢樹脂安定化研究，後續將於012館內前置分類間建置TRR廢樹脂安定化設備，並依法提出「TRR廢離子交換樹脂固化流程控制計畫書」向本局申請廢離子交換樹脂均勻固化處理，其程序係將整桶TRR廢樹脂送入安定化設備，經前處理程序取出TRR廢樹脂後，再以SIAL®無機聚合技術固化攪拌(過程產生之最高溫度不超過55°C，且不產生任何有害氣體或可燃氣體)，最後形成固化體達安定化狀態；111年8月23日本局已同意核備該計畫書(物三字第1110002679號)。

本局於109年8月12日放射性物料運作定期檢查會議要求，核研所於012館前置分類間內建置TRR廢樹脂安定化設備前需進行安全評估。核研所於110年12月27日提送「012館建置TRR廢離子交換樹脂安定化設備安全評估報告」，向本局申請設備變更許可(核程字第1100012021號函)。

本計畫之重要審查接受基準摘要如下：

- (一) 「放射性物料管理法」第12條規定，核子原料、核子燃料生產或貯存設施於興建或運轉期間，其設計修改或設備變更，涉及下列重要安全事項時，非經主管機關核准，不得為之：一、運轉技術規範之修改；二、安全分析報告中未涵蓋之新增安全問題；三、安全有關設備之變更，且須修改安全分析報告，並經評估後有降低原設計標準之虞者；四、其他經主管機關指定之事項。
- (二) 「放射性物料管理法」第19條規定，放射性廢棄物處理、貯存

或最終處置設施在興建或運轉期間，其設計修改或設備變更，涉及重要安全事項時，非經報請主管機關核准，不得為之。前項所稱重要安全事項，準用第12條規定。

- (三) 「放射性物料設施設計修改及設備變更審請審核作業規範」
- 放射性物料設施於興建或運轉期間，涉及放射性物料管理法第12條及第19條所定重要安全事項之設計修改或設備變更申請案，應依規範審查。前項設計修改或設備變更申請案，應審查經營者記載下列之申請文件：
- (一) 目的
  - (二) 安全法規及工業標準
  - (三) 設施設計修改或設備變更內容
  - (四) 施工管制措施
  - (五) 功能測試
  - (六) 異常及意外事件評估分析，以及其防範措施及應變作業
  - (七) 作業時程規劃
  - (八) 品質保證作業
  - (九) 參考資料
- (四) 「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管規則」第5條，處理設施之輻射防護設計，應確保其對設施外一般人所造成之個人年有效劑量，不得超過0.25毫西弗，並符合合理抑低原則。核子反應器設施之廢棄物處理系統，其輻射防護設計，應符合核子反應器設施管制法規之規定。
- (五) 「低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」第6條規定，低放射性廢棄物經均勻固化後，應符合下列規定：1.水泥或高溫熔融固化體機械強度以單軸抗壓強度測試，每平方公分應大於十五公斤；瀝青固化體機械強度以針入度測試，應小於一百。2.溶出指數應大於六。3.經耐水性測試後，應符合第一款之規定。4.經耐候性測試後，應符合第一款之規定。5.經耐輻射測

試後，應符合第一款之規定。6.經耐菌性測試後，應符合第一款之規定。前條第一款、第三款及前項規定之測試項目、方法及標準。

## 二、審查過程

核研所於110年12月27日函送012館建置TRR廢離子交換樹脂安定化設備安全評估報告書報請本局審查，經本局程序審查後，符合「放射性物料管理法」第19條及「放射性物料設施設計修改及設備變更審請審核作業規範」之規定，於111年1月6日簽奉鈞長同意後立案審查。

此外，為周延核研所012館建置TRR廢離子交換樹脂安定化設備安全評估報告之審查，除由本局同仁負責審查外，邀集本會輻防處，以及三名相關領域學者專家協助審查。

核研所012館建置TRR廢離子交換樹脂安定化設備安全評估報告，經嚴密審查，計分別提出68項審查意見，並於5月27日召開現勘會議。歷經3回合嚴密審查，核研所於112年5月31日檢附第3次審查意見答復說明及上開計畫修正版。審查委員依法令規定及專業判斷，已能澄清安全疑慮，為審查委員所接受。本局於112年6月8日函復核研所，請其檢附上開計畫書定稿版，報請本局核備，核研所復於112年6月12日檢送計畫書定稿版。

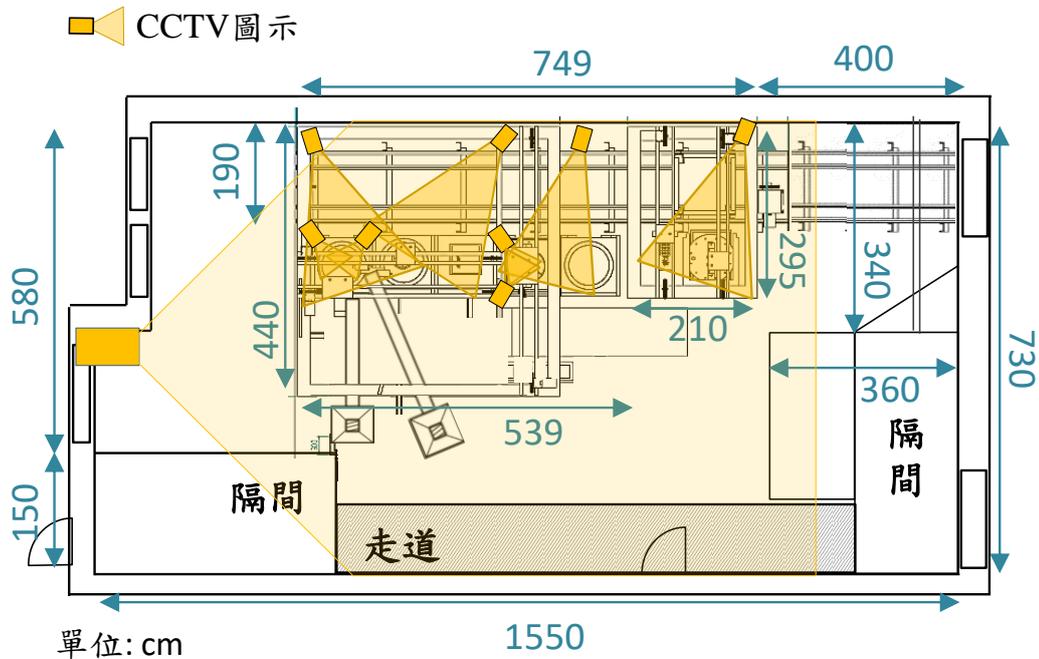
## 三、審查發現

核研所012館建置TRR廢離子交換樹脂安定化設備安全評估報告之審查作業，分別計有68項審查意見，經3回合審查後，依法令規定及專業判斷，已能澄清安全疑慮，為審查委員所接受。相關之重要審查意見及答復說明，摘述如下：

- (一) 請於本章補充012館增設此套新系統設備之3D模擬示意圖，以確認設備維護空間是否充足，且是否留有人員現場巡視與CCTV監視之空間。

核研所答復說明：

除了本作業區廠房一支CCTV外，TRR廢樹脂安定化設備上現有8支CCTV，已將其位置及可監測範圍標示於圖3-5(如下)；後續該設備於012館完成建置後，將會再增設至少8支CCTV，以確保不會產生監視死角，掌握現場作業情況。



- (二) 固定式起重機吊掛荷重容量由1公噸提升至吊掛荷重2.8公噸，請以圖示澄清說明其支撐結構如何加強？是否符合吊掛安全相關法規限制？

**核研所答復說明：**

吊掛荷重增至2.8公噸，另新增縱行樑支撐結構(如圖3-3, P.9)，並於完工後，依「起重升降機具安全規則」進行荷重試驗，以相當於額定荷重1.25倍之荷重置進行測試，測試結果符合規定。

- (三) 此處之設施指的是整個012館，所謂對設施運轉安全之影響，是二設備更換後，對012館整體運轉安全的影響，而非單指前置分類間，請修正。輻射劃分等級相對應提升，對012館整體之輻射防護有何影響？亦應加以說明。

**核研所答復說明：**

「因應012館輻射劃分等級相對應提升，相關輻射防護措施包含於

前置分類間周圍設置區域監測器及視需要設空氣監測器，即時現場連續監測，並連線至012館控制室監控；前置分類間負壓風管連接至012館通風過濾系統，排氣出口設置氣體排放監測系統連續監測；012館輻防管制站則提供人員必要各種輻射防護裝具，管制區出口設置人員全身偵檢器及手提式污染偵檢器，執行人員及物品之污染偵測與管制，以防範污染擴散。綜上所述，評估前置分類間內部金屬分類處理設備更換為TRR廢樹脂安定化設備，不影響012館整體設施之運轉安全。」

- (四) 依據DCR審查規範，報告第四章「施工管制措施」之內容，應說明DCR施工過程是否會對012館之正常運轉及維護作業造成影響，並說明施工人員的輻防管制措施。惟本報告第四章說明的卻是該DCR完工後，新系統上線運轉的管制措施，這些內容應修訂於012館的SAR較為合適。請重新修訂本報告第四章內容。

**核研所答復說明：**

因安定化設備搬遷建置僅是把設備拆解後再於012館重新組立，過程不會對012館廠房多做其他施工項目，內部既有設備亦無變更，其建置組立過程將會遵照本所既有施工/輻防規定辦理；然建置組立過程並不會對012館之正常運轉及維護作業造成影響，因此本報告著重在設備於012館建置後的相關管制措施。後續將提送「012館及延遲槽低放射性廢棄物貯存庫安全分析報告(修訂版)」(預計112年10月提報)，送物管局審查。

- (五) 請說明TRR廢離子交換樹脂安定化設備運轉過程中是否會產生放射性廢氣及廢水，並說明產生的放射性廢氣及廢水處理排放及監測措施。

**核研所答復說明：**

1. TRR廢離子交換樹脂安定化設備運轉過程中不產生廢氣，但會產生部分廢液(氫氧化鈉溶液、攪拌棒洗滌液)，其廢液產生時將做適當收集，並於廢樹脂安定化完成後另案申請此運轉所產生的廢液安定化(固化)許可。
2. 廢離子交換樹脂安定化設備運轉過程中雖不產生廢氣，但廢離子

交換樹脂盛裝桶(TRU鉛屏蔽桶)打開屏蔽頂蓋時，內部氣體可能包含放射性物質而逸出。因此在設備熱測試時，會先配戴呼吸防護具完成該次作業，同時對將對空氣取樣，後續則由輻防人員評估，來建議工作人員配戴呼吸防護具，以及視情況設置空氣監測儀器。

- (六) 本章節人員輻射安全評估，應以設施(012館)原有之輻射影響，加上廢樹脂安定化作業之貢獻予以說明，亦即評估主體為整個設施，而非單一廢樹脂安定化作業，請修正。

**核研所答復說明：**

「012館及延遲槽低放射性廢棄物貯存庫」將於111年至116年配合TRR爐體拆解，提供廢棄物貯存需求，原「012館及延遲槽低放射性廢棄物貯存庫安全分析報告」之廢棄物盛裝容器為55加侖桶及棧板箱，因配合本所開發並取得使用許可之C1及C2容器，將變更盛裝容器型式及增加012館廢棄物貯存活度，並納入安全分析報告之評估結果(已完成評估並符合規定)，做一完整性評估及說明；本所預計於112年10月前提送安全分析報告(修訂版)至物管局審查，並依111年8月31日物管局放射性物料管理溝通會議決議，將「012館放射性污染金屬廢棄物除污設施運轉安全分析報告」以及本安全評估報告作為「012館及延遲槽低放射性廢棄物貯存庫安全分析報告(修訂版)」之附錄，因此本報告於人員輻射安全評估只針對廢樹脂安定化作業。

- (七) 廢樹脂安定化作業對所界上關鍵群體所造成的最高民眾劑量約 $1.61E-01$  mSv/y，雖符合「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第十四條與第五條第一項之規定(對民眾年有效劑量限值 0.25 mSv)。但貴所還有其他館舍及廢棄物處理廠也會對所界上關鍵群體貢獻劑量，請再依「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第五條第一項要求應「符合合理抑低原則」，妥善規劃「廢樹脂安定化作業」。

**核研所答復說明：**

本所所區內設置多座核設施，本報告係依「放射性物料管理法」規定，僅針對廢樹脂安定化作業，評估所外民眾之輻射影響，符合年劑量0.25 mSv限值；另針對全所核設施對所外民眾之輻射影響，本所歷年均依「游離輻射防護法」規定，執行場所外輻射監測計畫，以確保全所核設施對所外民眾之體外輻射影響不超過年劑量限值0.5 mSv及有效劑量不超過年劑量1 mSv限值；依本所近十年之場所外輻射監測報告結果，對所外民眾之相關輻射影響均遠低於前項所述限值(相關數據在本所低放處理廠各廢棄物貯存設施十年再評估報告中均有檢附)，經查最近一年「核能研究所場所外環境輻射監測報告書(期間110年1月至110年12月)」，所外民眾關鍵群體可能接受最大個人年體外劑量小於0.05 mSv，年體內劑量小於0.001 mSv，均遠低於「游離輻射安全標準」對一般人造成之年劑量不超過1 mSv之規定。

本所預計112年提送「012館及延遲槽低放射性廢棄物貯存庫安全分析報告(修訂版)」至物管局審查，因規劃貯存於樹脂安定化作業區域周圍之放射性廢棄物，其輻射劑量率貢獻遠大於廢樹脂安定化作業，因此將以較高之貯存廢棄物作評估，並妥善規劃「廢樹脂安定化作業」，此部分將於安全分析報告(修訂版)做一完整性評估及說明。

#### 四、審查結果

1. 本報告已詳細載明TRR廢離子交換樹脂安定化設備之(1)目的、(2)安全法規及工業標準、(3)設施設計修改或設備變更內容、(4)施工管制措施、(5)功能測試、(6)異常及意外事件評估分析，以及其防範措施及應變作業、(7)作業時程規劃、(8)品質保證作業，及(8)參考資料，符合「放射性物料設施設計修改及設備變更申請審核作業規範」之規定。
2. 核研所未來執行TRR廢離子交換樹脂固化作業前，應依「放射性物料設施設計修改及設備變更申請審核作業規範」第4項規定，依測試計畫執行功能測試，並於完成後提報測試報告，經審查同意後，始得運轉。

## 五、審查結論

核研所012館建置TRR廢離子交換樹脂安定化設備安全評估報告（定稿版），經審查符合「放射性物料設施設計修改及設備變更審請審核作業規範」之規定，准予核備。