
核二廠放射性廢棄物營運管制

110 年度定期檢查報告



行政院原子能委員會放射性物料管理局

日期：110 年 10 月

核二廠放射性廢棄物營運管制
110 年度定期檢查報告

目 錄

一、檢查目的	3
二、檢查前準備工作	3
三、現場檢查作業	4
四、檢查發現	5
五、結語	13

一、檢查目的

核能電廠內設有放射性廢棄物處理貯存系統及設施，包括放射性廢液處理系統、固體放射性廢棄物處理系統、可燃放射性廢棄物處理系統、放射性廢棄物貯存設施，將運轉所產生的放射性廢棄物予以減量、減容，再加以安定化後妥善貯存。

定期檢查為放射性物料管理局(以下簡稱本局)執行放射性廢棄物管制重要工作之一，藉由定期檢查全面檢視核能電廠各放射性廢棄物處理貯存設施運轉維護情形及射性廢棄物減廢措施，深入瞭解廠內三級品保是否落實、各處理系統長期連續運轉之狀況、維護與保養情形、減廢執行成效、倉貯與品保紀錄、注意改進事項或違規事項之辦理及後續追蹤狀況等。檢查期間，檢查人員與現場操作人員及設施管理者透過充份意見之交換，以增進各設施之放射性廢棄物營運安全與管制措施，並防範可能之意外事件發生。

二、檢查前準備工作

為使檢查作業更加徹底與完善，本局擬妥核二廠 110 年定期檢查計畫，經簽奉核准後於 110 年 7 月 13 日以物二字第 1100002265 號函通知台電公司。各檢查員即依據檢查計畫之負責項目，撰寫「行政院原子能委員會放射性物料管理局檢查導則(IG-1)」及「行政院原子能委員會放射性物料管理局檢查查核表(IG-2)」，據以執行定期檢查作業。

本局檢查期間為 110 年 8 月，依核定之檢查計畫並考量 COVID-19 疫情之影響，檢查前(後)會議採取書面審查方式辦理，各檢查人員負責項目如下：

- (一) 陳副局長綜理本次放射性廢棄物營運定期檢查相關事宜。
- (二) 郭技正負責「廢棄物營運及減廢執行現況」，包括廠務管理現況、品保及品管作業現況、外包商人員訓練與作業管理等。

- (三) 林技士負責「放射性廢液與雜項廢液處理系統」，包括儀控設備之維護保養紀錄與校正情形、廢液槽清槽執行現況、廢液核種分析及取樣現況查證等。
- (四) 蘇技士負責「高減容固化處理系統」，包括儀控設備之維護保養紀錄與校正情形、高減容固化系統運轉相關紀錄查證、高減容固化運轉配比參數查證、固化試體測試作業與設備查證、廢樹脂脫水裝桶作業查證、低放射性廢棄物核種活度管理系統等。
- (五) 洪技正負責「廢棄物倉貯管理」，包括各廢棄物貯存庫廢棄物堆貯現況、乾性廢棄物分類作業查證、堆貯作業設備維修查證、劣化桶管理現況查證、廢射源貯存及處理管理、各廢棄物貯存庫消防設備檢查與維護等。
- (六) 馬技士負責「減容中心焚化爐及超高壓壓縮系統」，包括儀控設備之維護保養紀錄與校正情形、廢棄物接收及前處理作業執行情形、廠務管理執行情形、消防設備及安管作業執行情形等。

三、現場檢查作業

依檢查計畫之規劃，核二廠廢料處理組提供該廠 109 年 1 月至 110 年 6 月底止之放射性廢棄物營運狀況資料，包括放射性廢棄物處理、廠房污染管理與廢棄物除污工作、乾性廢棄物減容處理等。另由台電核安處駐核二廠安全小組及核二廠品質組提供核二廠放射性廢棄物安全營運稽查結果。8 月 13 日核二廠執行「110 年度放射性廢棄物意外事故演習」，本局檢查人員至演習現場查核。

後續，各檢查人員依所負責檢查項目之導則及查核表，審閱各項作業紀錄、相關文件及報表等，並至現場查證實際作業情形，詢問值班人員，填寫完成查核表，並提撰檢查發現，方便與電廠相關人員討論。

完成檢查後，由各檢查人員提報檢查發現與相關討論事項，經本局各

檢查人員內部討論定案後，交由核二廠各相關負責部門準備答覆資料及相關改善措施。

四、檢查發現

(一) 核二廠 110 年度放射性廢棄物意外事故演習

1. 本年度 8 月 13 日演習內容為減容中心焚化爐運轉時工作人員正進行廢料包裝箱作業，因突然發生地震造成市電跳脫、驟冷器出口高溫及進料箱掉落造成人員受傷。藉由本次演練，使現場人員熟悉人員受傷及設備故障之搶救方法，並採取必要之輻防管制措施，使意外事故之影響衝擊降至最低。

2. 本次演習之檢討改進事項：

- (1) 要求核二廠說明本次演習之防疫措施。

廠方答覆：演習前，本次演習人員抵達減容中心時，均需簽到、量測額溫、手噴酒精，且該等人員均屬本廠疫情長期追蹤下無任何 COVID-19 接觸相關者；演習時，人與人之間，保持安全社交距離。

- (2) 本次事故演練負責現場掛卡人員只有 1 名，應有其他支援人員協助及確認。

廠方答覆：遵照辦理。

- (3) $T=t+20\text{ min}$ 處置措施說明人員傷口 $\leq \text{BKG}$ ，此處的 BKG 是誤繕亦或是真有此描述傷口的單位。

廠方答覆：BKG 係為 background 的縮寫，此處係指偵測結果在背景變動範圍，表示傷口並無污染，爾後劇本不再使用此類似的語詞，以免造成誤解。

- (4) $t+57\text{ min}$ 量測減容中心周圍環境輻射監測數值為 $0.076\text{ }\mu\text{Sv/hr}$ ，而 $t+58\text{ min}$ 向本局報告環境輻射監測數值為 0.065

μSv/hr，為何不同？

廠方答覆：此為誤值，t+58 min 應修改為 0.076 μSv/hr。

- (5) 本次演習時，值班運轉專員是以直接打電話的方式告知機械組與儀控組前來檢修。若是真實發生設備故障時，是否應開立請修單或在 MMCS(維護管理系統)系統上登錄，以利後續追蹤？

廠方答覆：本次演習因防疫需求劇情濃縮，值班以打電話方式告知維護部門前來檢修，若真實發生設備故障時，值班人員應在 MMCS 系統開立請修單，維護部門人員持檢修工作聯絡書給值班申請掛卡。

- (6) 劇本第 7 頁說明進料箱 Y 型軸更換完成，其維修人員為機械組，此演習內容與第 3 頁說明「修配組」人員完成進料箱 Y 型軸更換作業，前後不一致。

廠方答覆：感謝指正，已將「修配組」改為「機械組」。

(二) 廢棄物營運及減廢執行現況

1. 品質組於 110 年 4 月依本局 109 年定檢要求對焚化爐可燃廢料包組成進行品質查證，此項目建議核二廠品質組可規劃定期查證頻次，以確保可燃廢棄包之品質。

廠方答覆：遵照辦理，品質組將於焚化爐運轉期間，定期查證可燃廢料包組成一次，並配合修訂程序書 370.23 納入查證頻次。

2. 有關 3 號低放射性廢棄物貯存庫對外排放管路輻射偵測器(OGR-RITS-371)，其 110 年度 IN-0-129 及 IN-0-104 之實際儀控維護保養日皆超過執行日期，雖設備仍在保養寬限期內，仍請儀控組確實於執行日前完成保養，該設備 IN-0-129 下次儀控保養執行日為 110 年 11 月 14 日，此部分請核二廠品質組及核安處駐廠小組屆時予以

查核，以有效執行三級品保作業。

廠方答覆：核二廠執行預防保養之管制準則係以「預定執行日期」為開始執行日，並需於容許寬限期內完成，未來對於 3 號低放射性廢棄物貯存庫對外排放管路輻射偵測器，將確實按預定執行日期執行預防保養，並於完成後儘速恢復可用。

(三) 放射性廢液與雜項廢液處理系統

1. 目前放射性廢液處理系統廢液除礦器(0T-45A、B)之樹脂由汽機廠房用過之冷凝水除礦器樹脂補充，因 0T-45A、B 四面均有屏蔽牆，人工添加不易作業，未來機組停機後如何充填樹脂，請說明，另放射性廢液處理系統其他設備是否有類似狀況？

廠方答覆：

- (1) 依據除役計劃第六章「除役時程、使用之設備、方法及安全作業程序照除役時程規劃」，汽機廠房之設備將於民國 120 年開始進行拆除，故於 120 年前，廢液除礦器之粒狀樹脂填充仍可維持現有作法。而目前已提設計變更需求(DCR)，加裝於廢料廠房系統上可直接添加樹脂管路。
 - (2) 目前放射性廢液處理系統其他設備，如輔助除礦器、抑壓池除礦器皆能在廢料廠房內自行添加樹脂，故無類似狀況。
2. 鑒於近期核二廠 2 號機跳機事件，為防範人員誤操作，請說明廢料控制室之改善措施。

廠方答覆：

- (1) 廢料控制室盤面除了濃縮系統部份開關設置可能遭受椅背碰觸，其餘均在可能遭受碰觸高度以上。
- (2) 基於保守性決策，仍對廢料控制室進行各項改善，措施如下：
 - a、值班人員座椅無滑輪，避免值班人員椅子滑動而觸碰盤面

開關，造成非預期操作。

b、劃定值班人員座椅移動範圍，人員的椅子不可超過所圍區域。

c、盤面前用紅龍柱圍擋，避免非必要人員誤觸。

3. 放射性廢液處理系統及雜項廢液處理系統於機組除役後約需再運轉 15 年左右，建議先準備耗材備品備用。

廠方答覆：

(1) 廢液處理系統所需之活性碳及樹脂皆是業界普遍使用之濾材，取得容易，核二廠均備有一年使用量以上之庫存，另外每次從庫存拿取時，皆會特別留意庫存數量，並提早發包採購。

(2) 設備耗材如軸封、O-ring 屬市售規格品，單價低且取得時間短，多由承攬商供應，樹脂槽前置過濾器濾袋則由本廠供應，目前已備有一年使用量以上之庫存，另外每次從庫存拿取時，皆會特別留意庫存數量，並適時提出採購。而馬達、泵浦業界翻修技術成熟，足以維持系統運轉，相關備品也都有準備。

(3) 109 年已開始清查廢料系統相關備品數量及進行備品採購，確保除役後廢料系統的穩定運轉。

(四) 高減容固化處理系統

1. 查閱核安處就核二廠放射性廢棄物營運擬定之 110 年度稽查計畫，發現其中第 5 項係稽查放射性廢棄物固化處理作業及品質驗證作業，稽查頻次為每季一次，並設計有查核表「放射性廢棄物固化處理作業稽查要點」，供核安處稽查人員依循。

2. 查閱核安處駐核二廠安全小組人員於 110 年稽查「放射性廢棄物固

化處理作業」之報告，發現稽查人員於 4 月 7 日現場查核固化系統補給泵之檢修作業；6 月 17 日現場查核固化處理裝桶作業；7 月 15 日現場查核固化試體抗壓強度測試作業，均有撰寫稽查報告，並填列「放射性廢棄物固化處理作業稽查要點」查核表。核安處對於核二廠固化系統運轉、設備維護及固化試體品質驗證均有進行查核，符合三級品保機制，可確保核二廠高減容固化系統之安全運轉。

3. 本次定期檢查期間查證核二廠程序書 SOP386 與 386.1 相關紀錄(包含表 386-6、386-8、386-9、386.1-2、386.1-3、386.1-4、386.1-5、386.1-7、386.1-8、386.1-9 等相關固化作業紀錄)，發現填報確實且核章完整，未發現異常情形。另查 110 年廢料組未就高減容固化系統開立請修單，顯示現場操作人員已臻至熟練，設備運轉順利，且無人員擅離崗位、便宜行事之情形。

(五) 廢棄物倉貯管理

1. 依「WOHESS 暫存設備器材維護保養作業要點」第 5 章「品質管制作業」之要求，應不定期執行現場品質查核，品質查證及紀錄留存情形，請廠方補充說明。

廠方答覆：品質組於 9 月 15 日依「WOHESS 暫存設備器材維護保養作業要點」進行 WOHESS 暫存設備器材查核，記錄存於品質組。

2. 3 號低放射性廢棄物貯存庫之無人搬運車(AGV)貨梯故障，恐影響相關作業計畫之推行，要求核二廠儘速檢修復歸。

廠方答覆：已連繫貨梯原廠技師安排後續檢修作業，將盡速修復，預計年底完成。目前貨梯狀況不良，雖間接增加一號低放射性廢棄物貯存庫清理作業及固化桶檢整作業量，但影響整體作業期程仍屬輕微，3 號低放射性廢棄物貯存庫 B1~2F 尚有貯存空間，於 2021 年底前修復完成應不至於造成上述作業停擺，影響工作期程。

本項列為本局後續例行檢查之追蹤項目。

3. 2 號低放射性廢棄物貯存庫內編號 AHU-03 之空調箱因箱體滲水，要求核二廠儘速改善。

廠方答覆：AHU-03 空調箱近年針對箱體內冷凝水位高導致滲水現象，已執行冷凝水管路更新及加強疏通，惟空調箱箱底與冷凝水管路(水封處)高程差不足，導致冷凝水仍無法順利自然排出，水位過高而自箱體滲出。為徹底改善此現象，核二廠將評估調低冷凝水管路高程、引流自低樓層或增高箱體基座高程等方向並預定於 111 年 3 月底完成改善。

本項列為本局後續例行檢查之追蹤項目。

4. 核二廠已於 3 號低放射性廢棄物貯存庫購置新的可燃廢棄物破碎設備及可壓廢棄物簡易壓縮設備，新設備上設置有較多之安全功能，建議廠方可加速讓新設備上線使用。

廠方答覆：核二廠已開立編號 MMR K0-491 設備改善要求通知書，於三號低放射性廢棄物貯存庫二樓電氣室增設 MCC 0C7F 盤，電氣組已採購完成，目前細部設計中，MMR 成套設計文件於 110 年 10 月送電氣組施工。

本項列為本局後續例行檢查之追蹤項目。

(六) 減容中心焚化爐及超高壓壓縮系統

1. 查證減容中心焚化爐於 109 年 2 月 19 日獲本局同意啟動，109 年 2 月 26 日正式投料運轉。其戴奧辛最近一次檢測日期係 105 年 1 月 28~29 日，經查核二廠程序書 1433 之規定，戴奧辛應每二年委外檢測一次，雖 105 年至 109 年因停爐檢修等不可抗拒之原因，造成多年未執行檢測，要求核二廠仍應依程序書儘速辦理戴奧辛檢測。

廠方答覆：核二廠已規劃焚化爐 9 月起爐後儘速辦理戴奧辛檢測。

2. 查閱程序書 105.8 有關焚化爐爐灰/飛灰吊桶規定時，發現 6.2.5 章節說明紀錄於「減容中心低放射性廢棄物焚化爐產生爐/飛灰桶月統計表」(附表 370.24-3)，此處之 370 程序書已刪除，要求核二廠修訂此章節附表的正確編號。

廠方答覆：已修訂程序書 105.8，將 6.2.5 節所述之附表 370.24-3 改為附表 105.8-2。

3. 承上，續查閱「減容中心低放射性廢棄物焚化爐產生爐/飛灰桶月統計表」，發現 109 年及 110 年報表中有關主要放射性核種估算活度與送 3 號低放射性廢棄物貯存庫日期皆未填報，要求核二廠說明。

廠方答覆：

- (1) 減容中心低放射性廢棄物焚化爐產生之爐/飛灰桶，早期係於未壓縮前即取樣分析核種活度，再送 3 號低放射性廢棄物貯存庫暫存。現行已改為先以超高壓壓縮機予以壓縮裝桶後，再送 3 號低放射性廢棄物貯存庫暫存及進行整桶加馬活度分析，故附表 105.8-2 統計表未填核種活度估算結果與送 3 號低放射性廢棄物貯存庫日期。
 - (2) 已修訂程序書 105.8，將其附表 105.8-2「主要放射性核種及估算活度」與「送 3 號低放射性廢棄物貯存庫日期」兩欄位予以刪除。而爐灰/飛灰桶經壓縮裝桶後送至 3 號低放射性廢棄物貯存庫，係依程序書 370.9 之附表 370.9-3-2「低放射性固體廢棄物貯存記錄表」辦理，詳細記錄運送日期及表面劑量；整桶加馬活度分析亦有紀錄留存。
4. 查證 110 年焚化爐自 110 年 3 月 10 日~6 月 8 日運轉期間之運轉日誌，發現 5 月 30 日二值、5 月 31 日三值、6 月 2 日一值、6 月 4 日三值及 6 月 8 日一值，於袋式過濾器(BF-102)下方的飛灰桶有火星產生，

要求核二廠說明如何改善，並說明上述火星產生時間流程輻射監測器(PRM)監測值、袋式過濾器差壓是否有異常？

廠方答覆：

- (1) 於 3 月 10 日~6 月 8 日運轉期間，為提升處理量而於每批次投料之焚化後段，將前爐風門酌量開大，前爐風門 XV1501 從 10%開大至 15%左右，XV1502 從 15%開大至 20%左右，以致煙道管路積留飛灰較多及產生火星。火星產生時間 PRM 監測值、袋式過濾器差壓均無異常。
- (2) 焚化爐運轉值班人員每小時現場巡視，檢查飛灰桶溫度與是否有火星出現，後續 6~7 月進入排定之停爐清灰時程。經檢修發現，驟冷器噴槍噴嘴有灰垢以致霧化效能略差，該噴槍已經歷 2 次大修，期間更換過一次噴頭，約使用 240 天，本次已配合更換新噴槍。另因煙道管積留飛灰較多，於起爐後恢復正常風門開度 XV1501 至 10%與 XV1502 至 15%。
- (3) 核二廠已召開檢討會議開立 MMR 在案，邀請工研院專家至現場進行會勘，提供焚化爐袋式過濾器改善方向的建議，待整合工研院專家意見提出具體設計概念後，改善組再執行後續細部設計。

本項列為本局後續例行檢查之追蹤項目。

5. 焚化爐提升處理量測試期間，核二廠曾發現 CO/O₂ 分析儀準確性不佳，使後爐風門(XV1504) 回饋控制時未能即時反應，僅能由值班員手動進行風門開度調整，此 CO/O₂ 分析儀設備是否已檢修或是更換，要求核二廠說明。

廠方答覆：核二廠已於 110 年 3 月完成 CO/O₂ 分析儀之檢修並進行迴路功能測試，確認系統功能已恢復正常。

五、結語

本次執行核二廠放射性廢棄物營運管制 110 年度定期檢查，檢查範圍為核二廠 110 年度放射性廢棄物意外事故演習、核二廠三級品保是否落實、廢棄物營運及減廢執行現況、放射性廢液與雜項廢液處理系統各項設備維護情形、高減容固化系統運轉相關紀錄查證、各廢棄物貯存庫廢棄物堆貯現況、減容中心焚化爐及超高壓壓縮系統運轉是否依廠內程序書規定執行等。

定期檢查結果，110 年度放射性廢棄物意外事故演習方面，本年度核二廠演練減容中心焚化爐運轉時因地震造成市電跳脫、驟冷器出口高溫及進料箱掉落造成人員受傷，藉由本次演練，使現場人員熟悉人員受傷及設備故障之搶救方法，並採取必要之輻防管制措施，本年度演練順利完成。

廢棄物營運及減廢執行現況方面，核安處駐核二安全小組 109 年度共執行 129 次稽查，110 年度至 6 月 31 日止執行 57 次稽查，開立之改善事項多已結案；本年度本局定期檢查要求品質組對焚化爐可燃廢料包組成進行品質查證並規劃定期查證頻次，品質組將針對可燃廢料包定期查證，並配合修訂程序書 370.23 納入查證頻次。

放射性廢液與雜項廢液處理系統方面，因機組除役後放射性廢液處理系統廢液除礦器之樹脂人工添加不易作業，要求核二廠提出應對措施，核二廠答覆汽機廠房之設備將於民國 120 年開始進行拆除，故於 120 年前，廢液除礦器之粒狀樹脂填充仍可維持現有作法，而目前已提設計變更需求；為防範人員誤操作，廢料控制室之值班人員座椅已移除滑輪，避免值班人員椅子滑動而觸碰盤面開關，造成非預期操作，盤面前用紅龍柱圍擋，避免非必要人員誤觸。

高減容固化處理系統方面，本次定期檢查期間查證核二廠程序書 SOP386 與 386.1 相關紀錄，發現填報確實且核章完整，未發現異常情形；

另查 110 年廢料組未就高減容固化系統開立請修單，顯示現場操作人員已臻至熟練，設備運轉順利，且無人員擅離崗位、便宜行事之情形。

廢棄物倉貯管理方面，2 號低放射性廢棄物貯存庫內一組空調箱因箱體滲水、3 號低放射性廢棄物貯存庫之無人搬運車貨梯故障，已要求核二廠儘速檢修避免影響廠內運貯作業，均列為本局後續例行檢查之追蹤項目。

減容中心焚化爐及超高壓壓縮系統方面，因焚化爐自 110 年 3 月至 6 月運轉期間，於袋式過濾器下方的飛灰桶發現有火星產生，要求核二廠研提改善措施，核二廠答覆本次火星之產生係因前爐風門開大及噴槍霧化效能不佳所致，火星產生時間 PRM 監測值、袋式過濾器差壓均無異常，已更換新噴槍並調整運轉參數。核二廠已召開檢討會議邀請工研院專家至現場進行會勘，提供焚化爐袋式過濾器改善方向的建議，待整合工研院專家意見後再執行後續細部設計，本項列為本局後續例行檢查之追蹤項目。

綜上所述，本次定期檢查，有關廠方承諾改善之事項，本局將列為日後例行檢查追蹤查核之重點項目，以落實管制作為。