
核能一廠放射性廢棄物營運

112 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：112 年 9 月

目 次

一、檢查目的.....	2
二、檢查前準備工作.....	3
三、現場檢查作業.....	3
四、檢查發現與電廠答覆.....	4
五、結語.....	12

一、 檢查目的

第一核能發電廠(以下簡稱核一廠)進入除役階段已逾 4 年，伴隨著幾處廠房拆除、廢棄物壕溝除役作業、系統與管件除污作業時，仍會產生一定數量之低放射性廢棄物。台電公司核一廠於運轉時建置之放射性廢棄物處理設施，在經過安全評估報告審查後，可持續處理除役階段產生之放射性廢棄物。而既有的 2 座低放射性廢棄物貯存庫，則用以貯存處理後或除役階段產生後直接貯存之放射性廢棄物。

放射性物料管理局(以下簡稱本局)做為主管放射性廢棄物之管制機關，應肩負起保障公眾安全並嚴格督促核一廠放射性廢棄物設施之運轉情形，以避免核一廠放射性廢棄物處理及貯存設施之營運對廠外民眾與環境造成影響，核一廠之下列設施為本局管制重點：

- (一)低放射性液體廢棄物處理設施：包括機件洩水、地面洩水、化學處理廢液及洗滌廢液之收集、處理與回收之處理設備。
- (二)低放射性固體廢棄物處理設施：包括各類低放射性固體廢棄物之收集、處理與廢液固化作業等處理設備，以及乾性低放射性廢棄物之除污與簡易減容等處理設備。
- (三)核一廠內各放射性廢棄物貯存設施之運轉、維護、堆貯等相關作業。

為確保除役作業順利執行，自核一廠於 108 年 7 月取得除役許可迄今，本局除了每月執行例行檢查外，於年度定期檢查作業期間，加強重點查核放射性廢棄物營運設備管理與廢棄物產量管控。此外，配合台電公司之案件審查，進行不定期之專案檢查以掌握各處理與貯存設施長期運轉狀況、減廢執行成效、倉貯及品保紀錄、設備維護及保養情形與注意改進事項之辦理及後續改善追蹤情形等。檢查人員對所發現之事項，要求現場操作人員及設施管理者積極進行改善，以增進核一廠之低放射性廢棄物營運安全。

二、 檢查前準備工作

- (一) 為使檢查作業更加完善，本局於檢查作業前即擬妥核一廠 112 年度放射性廢棄物營運定期檢查計畫，經簽奉核准後於 112 年 7 月 7 日函請台電公司配合執行。
- (二) 為讓檢查人員充分瞭解檢查重點及應注意事項，檢查作業前由本局李彥良組長邀集設施負責人與各檢查人員討論說明本次檢查重點與準備工作後，再由設施負責人向檢查人員說明需要特別注意的檢查內容。此期間各檢查人員均能充分交換意見，並確認檢查導則重點與查核項目。
- (三) 本(112)年度檢查作業項目如下：
 1. 「廢棄物營運及減廢執行現況」檢查：查核包括廠務管理作業、品保及品管作業現況、外包商人員訓練與作業管理及廢射源貯存及處理管理等。
 2. 「廢液處理系統」檢查：查核包括廢液處理系統之設備維護保養校正紀錄查證、運轉日誌與紀錄查證、設備洩水查漏、廢液桶槽清槽作業執行現況，以及廢液核種分析及取樣查證等。
 3. 「固化處理系統」檢查：查核包括固化系統運轉與固化體品質查證、品保作業與紀錄查證、系統儀控設備之維護保養、紀錄、校正、系統管閥圖面及程序書管理查証。
 4. 「廢棄物倉貯及乾性廢棄物管理」檢查：查核包括可燃廢棄物檢整作業、各廢棄物倉庫消防設備檢查與維護、廠房廢棄物收集、分類是否合於規定、倉庫廢棄物桶接收與堆貯現況及各類廢棄物料帳管理等。

三、 現場檢查作業

- (一) 因 COVID-19 疫情已減緩，本局依核定之檢查計畫，於 8 月 22

日赴核一廠 TSC 會議室辦理檢查前會議，由核一廠廢料處理組說明該廠 111 年 1 月至 112 年 7 月放射性廢棄物營運現況及減量執行績效之簡報，以及核安處駐核一廠安全小組說明 111 年至 112 年核一廠放射性廢棄物營運安全品保稽查作業之簡報，會議中即與廠方進行簡報意見交流。

(二) 8 月 22 日至 8 月 25 日，各檢查員於此期間，就負責之檢查項目及內容、檢查導則及查核表，逐項檢查並審視各項作業紀錄、相關文件及報表等。此外，亦至現場查核實際作業狀況，並與電廠相關人員討論與問題澄清。

(三) 8 月 25 日下午，由本局李彥良組長帶領相關檢查同仁再赴核一廠 TSC 會議室辦理檢查後會議，會議時先由各檢查同仁將定期檢查期間之發現意見與缺失向廠方提出說明，再由廠方逐一初步答復。相關檢查意見於 8 月 30 日納入本次定期檢查發現，發文台電公司辦理答復。

四、 檢查發現與電廠答覆

依據各檢查人員之分工，檢查發現及台電公司答覆共計下列四大分項，茲將各項分述如下：

(一) 廢棄物營運及減廢執行現況：

1. 稽查計畫第 15 項「乾貯設備維護與人力」稽查結果其中 1 項 CAP 之改善現況為「下次統合演練前提 PCN 修訂程序書」，請說明提報 PCN 修訂程序書所需時間及下次統合演練預定時程，俾儘早完成本項 CAP 改善作業。

廠方說明：旨述 CAP 改善內容已完成程序書 PCN 並於 112 年 8 月 17 日核定；下次乾貯統合演練將持續依大局「每年進行乙次」之要求，於明年 12 月 31 日前完成。

2. 依據三級品保精神，應包括三級品保單位稽查二級品保單位查核

作業情形，但未見安全小組稽查品質組查核放廢作業之相關稽查紀錄，請說明。

廠方說明：安全小組執行廢棄物營運稽查作業(廢棄物運送作業、固化體品質驗證、固化處理作業及廢料系統 MSC)時，會同時稽查電廠品質組查證之執行情形，並記錄於稽查報告中。

3. 請品質組說明對「放射性廢棄物固化體品質驗證作業」之品質查證情形及記錄。

廠方說明：品質組依程序書 D974 第 5.2.1.3 節規定，品質組負責每季查證一次固化體抗壓測試及試體製作查證，查證結果記錄於 D974 表五-1，內容如下：

111 年第 1 季無執行固化體品質驗證作業，全年共查證 5 次；112 年(統計至 6 月)已查證 3 次，查證結果符合規定。

4. 本次年度定檢未見品質組對 111 年 1 月至 112 年 6 月期間之品質查證作業簡報，請品質組提供執行放廢作業品質查證項目、品質查證次數、及查證不符合品質數量，並說明不符合改善情形

廠方說明：品質組依據程序書 D911 及 D974 執行放廢作業品質查證工作，查證項目包括出桶及廠內運輸作業、固化試體製作與固化試體品質驗證抗壓測試等，內容如下：

一、程序書 D911 第 4.4.1.7 節規定：廢料處理組、保健物理組人員共同執行「廢棄物桶出桶作業及廠內運輸作業職前查證表」，品質組人員每月抽查一次，且不定期執行品質查證。品質組 111 年查證前述作業共 15 次，112 年(統計至 6 月)已執行 6 次，查證結果符合規定。

二、程序書 D974 第 5.2.1.3 節規定：品質組負責每季查證一次固化體抗壓測試及試體製作查證。固化試體製作：111 年第 2 季無執行試體製作，全年共查證 3 次；112 年(統計至 6 月)已查證 2 次，查證結果符合規定

三、固化體抗壓測試(品質驗證)：111 年第 1 季無執行固化體品質驗證作業，全年共查證 5 次；112 年(統計至 6 月)已查證 3 次，查證結果符合規定。

5. 核一廠二號低放貯存庫空調系統冰水機因軸承高溫發生跳脫，其零組件缺料導致近一年仍無法完成改善作業，請廠方全面盤點核一廠放廢設施之關鍵零組件妥善狀況及相關備料適足情形，避免諸如廢液處理系統等放廢設備因關鍵零組件備料不足，發生長期無法運轉之情形。

廠方說明：本廠相關部門將盤點放廢設施設備(如：冰水機)之關鍵零組件清單，逐步採購建立適當數量備品，以縮短檢修時間，盡速恢復設備功能。

(二) 廢液處理系統

1. 經查核一廠 2 部機組廢料值班員合併於二號機廢料控制室值班乙案，自今年 2 月 1 日試辦至 7 月 31 日已滿半年，本局亦要求台電公司核安處於試行期間辦理稽查作業。請台電公司說明試行情況，並盡速提報本案之總結報告。

廠方說明：核一廠之總結報告及核安處之稽查報告目前正進行公司內部審查，完成後將盡速送大會備查。

2. 有關 2 號機廢料廠房-0.83 呎之 27 號、4 號、11 號集水坑上方管路因砂孔造成之漏水狀況，廠方於今年 6 月 30 已開立 CAP 辦理改善。經現場複查後，廠方已完成改善。惟此 3 處於過去一年內在管路相同處已發生過 2 次漏水現象，請廠方說明後續如再發生之改善方式。

廠方說明：廢料系統多屬低能低壓排水管路，發生滲漏時將視管路滲漏情形(小範圍沙孔腐蝕)，採取除鏽後研磨再輔以 A+B 塑鋼補劑之方式填補。若相鄰區域多次發生，再發生滲漏時，將針對該滲漏點鄰近範圍管路進行超音波測厚，了解是否為小範圍之管

路薄化，若屬該滲漏點小範圍之薄化，將採管夾方式止漏，並擇機切管更換。

3. 經查核一廠依據程序書 D158 每週執行廠方油水洩漏巡視並留有紀錄表備查，惟本局執行紀錄表檢查時，發現廠方於巡視區域 T/B 39.83' 的處理狀況欄位均有註明管路冷凝水已處理等字，而漏水查證的欄位卻勾選無。請台電公司說明巡視紀錄表矛盾之處。

廠方說明：此記錄表主要是巡查設備是否有滴油、漏水情況，因管路冷凝水非來自設備漏水，故記錄表勾選無。

4. 檢查核一廠二號機於今年 3 月 15 日更換廢水除礦器之樹脂後，確實依程序書 D213.3 執行廢水除礦器之性能測試，測試結果發現除礦器 B 串之出口導電度為 $0.47 \mu\text{S/cm}$ ，出口濁度為 0.85 NTU，均符合小於 1 之規定。

廠方說明：每次除礦器樹脂置換後，核一廠皆依程序書 D213.3 執行性能測試，確認除礦器性能符合規定。

5. 承上，經本局實際前往廢料控制室查證二號機更換廢水除礦器之樹脂使用狀況，發現廢料值班日誌紀錄 6 月 19 日及 7 月 1 日做水的濁度分別為 1.36 與 1.1，需一再執行回收做水，方能降低濁度，顯然此批樹脂之除礦效率不佳。再查證除礦器 B 串所用之樹脂係為核三廠使用過的再生樹脂，請台電公司說明並檢討樹脂使用之方式。

廠方說明：

- (1) 二號機廢水回收已改使用除礦器 A 串(原電廠 condemn 樹脂)，廢水經處理後濁度正常。
- (2) 核一廠廢水除礦器原使用電廠 condemn 系統用過的樹脂，因除役後 condemn 系統停止運轉，所以配合核發處指示試用核三廠再生樹脂，確認再生樹脂的效能。
- (3) 目前二號機除礦器 B 為電廠使用的第 3 批再生樹脂，前 2 批樹

脂使用狀況皆正常，此次濁度高之情況，疑為再生樹脂脆化造成，已告知核發處轉知核三廠，注意再生樹脂品質，以避免類似情況再度發生。

(三) 固化處理系統

1. 依固化桶小樣品資料分類計算結果(至 112 年 6 月 30 日止)，固化桶數超 C 類 672 桶，C 類 284 桶，請檢討該分析結果之合理性；另核一廠固化桶目前之整桶計測結果，請說明計測進度及各類廢棄物(A/B/C/超 C)比例。

廠方說明：因固化桶小樣品分析存在均勻度之問題致分類計算 C 類、超 C 類比例過高。目前固化桶 9135 桶整桶計測結果如下：
超 C 類(388 桶，4.24%)、C 類(378 桶，4.13%)、B 類(1607 桶，17.59%)、A 類(5030 桶，55.06%)、未分類(1732 桶，18.96%)。

2. 經查抽驗固化桶是否依「低放射性廢棄物固化流程控制程序(D974)」進行配比，抽查 D974「固化廢棄物配比數量紀錄表」固化桶編號 111120001-4 與 121120001-3 共 7 桶，廢棄物量(乾基約為濕基 40%)、水泥量及水量紀錄，計算廢棄物(waste)為 0.075-0.085、水泥(cement)為 0.492-0.509、水(water)為 0.492-0.509，符合 D974 配比規定範圍；依 D974「裝桶後品質確認紀錄表」，桶內均無自由水。

廠方說明：感謝大局針對固化作業之視察，電廠廢處組將持續依固化流程控制進行固化作業，並留存相關紀錄。

3. 23 日查核 1 號機固化桶出桶作業，作業依程序書執行符合輻安規定，廢棄物料帳記錄確實，重點摘要如下：
 - 本次固化桶出桶作業共計 11 桶，均為廢液淨化殘渣，出桶作業前保物組先行對出桶區進行污染拭跡量測，拭跡結果均小於儀器可測值。出桶作業結束後進行地面除污並再次進行污染拭跡量測，結果均小於儀器可測值。

- 作業全程保物組隨時監控現場空間劑量，桶表面 1 米處約 2mSv/hr；作業人員依規定著防護衣，並著鉛衣降低輻射劑量；現場架設圍籬區隔污染區及清潔區，避免出桶區受污染之虞。
- 11 桶固化桶依程序書 D911 記錄其桶號、表面及 1 米處輻射劑量率、桶表面污染活度(需小於 10 Bq/100cm²)、重量等。
- 11 桶固化桶運送至 2 號貯存庫，運送車輛依程序書 D910 量測車輛表面等處輻射劑量率，車輛行車前依程序書 D912 檢查完成。
- 提醒核一廠，因出桶作業全程由同一輛堆高機進行搬運作業，將固化桶由固化間運至屏蔽貨櫃車，作業期間應特別注意機具及地面是否有污染。

廠方說明：感謝大局對於固化桶出桶作業之觀察，本作業流程依程序書執行，作業人員依規定著防護衣，並著鉛衣降低輻射劑量，於出桶作業前後，均對作業區域及設備進行拭跡量測，來避免污染擴散。

4. 要求核一廠提供 108 年至今固化系統相關之請修單，共計 5 筆，檢修內容為閥體洩漏及管路破損，均已完成檢修。提醒電廠固化系統相關設備已運轉逾 40 年，巡檢時請注意設備基座等有无鏽蝕現象。

廠方說明：謹遵照大局意見辦理，於設備定期巡檢時加強設備基座之結構與外觀檢查。

5. 有關固化作業品質組查核情形，廢棄物出桶作業及廠內運輸作業每月查證一次，固化試體製作及抗壓測試每季查證一次，品質組 111 年及 112 年查核結果均無異常。

廠方說明：感謝大局視察，未來品質組將持續對固化試體製作及抗壓測試進行查證。

6. 核一廠廢液淨化殘渣抗壓強度，111 年 28 天養生後抗壓試驗強度

為 126.1kg/cm²，耐水及耐候後抗壓強度分別為 243.9kg/cm² 及 194.9kg/cm²，試提出可能之原因。另請補充說明試體製作流程及製作時之查核機制、相關查核紀錄，確認試體符合測試要求。

廠方說明：

- 感謝大局的觀察，111 年度固化體的抗壓強度均符合法規要求 >15kg/cm²，電廠廢處組將持續維持固化體之品質，以符合法規規定。
- 為保持水泥固化品質，於倒入模具前用攪拌棒攪動維持流動性，待充入模具內以攪拌棒搗實，再將試體提起約 3 公分、傾斜 15 度以模具底部外緣部份品平均碰觸地面輕敲約 10 次，以達充分震盪將漿料中之氣泡去除。固化試體製作流程，皆有品質查證人員隨側監看製作流程，確認製作流程符合，於固化試體製作記錄表處簽章。

(四) 廢棄物倉貯管理及乾性廢棄物管理

1. 廠方依台電總管理處規劃，目前正執行低放射性廢樹脂桶之整桶計測作業，惟發現整桶計測所使用之二號貯存庫核種分析偵檢器，其前次校正日期為 111 年 3 月 10 日，而今(112)年至 7 月底仍未再校正，似乎與廠方程序書「應每年執行一次定期校正」之要求不符。另請補充說明改善措施，以避免再發生。

廠方說明：

- 低放貯存庫年度機具維護保養合約因處理合約問題，至 112 年 6 月份正式開工，二號貯存庫核種分析偵檢器預計可於 9 月份完成校正。
 - 今年二號貯存庫核種分析偵檢器已於 9 月 8 日完成校正，日後若因合約問題導致無法依據程序書之要求完成，將於校正期限日之前另發包委託相關專業人員完成該項作業。
2. 2 號低放貯存庫檢查發現，該貯存庫搬運廢料桶之 2 台自動搬運車

(AGV)狀況皆不佳，依廠方改正行動方案(CAP)系統發現，其中 1 號自動搬運車電池之蓄電力不佳，使用時搬運 2~3 趟後就會電力不足，且可能會造成停滯於運行路程中的情形，增加人員進入解救所受輻射劑量；2 號搬運車有移動異常及無法感應地導線的情形，已無法使用。為 2 號低放貯存庫運轉順利，廠方應儘速修復該自動搬運車。

廠方說明：1 號自動搬運車蓄電池組目前核一廠相關部門辦理採購中，已於 112 年 5 月 23 日決標，預計 112 年 10 月底交貨。

2 號搬運車主動輪轉向異常及地導線感應不良之情形，目前核一廠已透過代理商積極與原廠技術人員聯繫並釐清問題中，待原廠技術人員充分瞭解 AGV 相關異常狀況後，將儘速安排人員到廠協助故障排除。

3. 1 號低放貯存庫檢查時，發現運轉中的空調系統冷卻水泵(CRP-02)軸封區域滴水，然備用串冷卻水泵(CRP-01)亦在運轉中卻沒有滴水的情形，兩同型號揚水泵運轉情形卻不同，顯示其中 1 台可能有異常情形，請廠方確認、改善。

廠方說明：核一廠維護部門經初步檢修後冷卻水泵(CRP-02)已無滴水狀況，將持續觀察。

4. 2 號低放貯存庫空調系統改善案，經查本局已同意台電公司展期至明年 2 月辦理結案。然近期台電公司卻因冰水機 A 串軸承高溫跳脫事件，再次將改善結案日期展期至明年 5 月底。至改善完成前僅餘冰水機 B 串運轉且須運轉超過半年以上，為確保貯存庫溫溼度可符合安全分析報告之要求，請台電公司研提積極改善與應變措施。請補充說明更換冷凍油及濾網保養作業需將冰水機 B 串停止運轉之時間，另採購冰水機相關備品及修復冰水機 A 串是否可於今(112)年底完成。

廠方說明：

- 為確保冰水機 A 串修復前冰水機 B 串可維持正常運轉，首先，相關部門執行定期巡視與預防保養，當發現設備異常時可盡速處理；其次，規劃在適當時機執行冰水機 B 串更換冷凍油及濾網保養作業；最後，盡速採購冰水機相關備品，以及早修復冰水機 A 串，確保貯存庫溫溼度可符合安全分析報告之要求。
- 一般冰水機更換冷凍油及濾網保養作業約需 4~5 個工作日；此外，本廠預定 113 年 3 月 31 日前完成二號貯存庫冰水機 A 台檢修作業。

五、結語

今年度執行核一廠放射性廢棄物營運定期檢查，為確保放射性廢棄物營運安全，並確認廠方有效落實自主三級品保作業，首先查核其自主管理情形；其次，廢棄物倉貯管理方面，因空調設備故障頻繁，本局為確保貯存庫營運安全，嚴查改善情況。有關廢液處理系統、廢棄物固化處理系統、乾性廢棄物管理、廢棄物營運及減廢執行等項目之檢查，仍列為本局檢查重點。

本次檢查放射性廢棄物營運三級品保作業方面，台電公司駐廠安全小組於去(111)年度確實依原訂稽查計畫執行稽查作業，其發現之不符合事項，不符合事項均已開立改正行動進行追蹤。另安全小組自 111 年 1 月到今年 6 月亦稽查電廠品質組查證之執行情形，並提出 21 份報告，有效落實自主查證精神，值得肯定。

放射性廢液處理系統檢查方面，經查核一廠 2 部機組廢料值班員合併於二號機廢料控制室值班乙案，自今年 2 月 1 日試辦至 7 月 31 日已滿半年，未發現重大缺失。台電公司已於 9 月 13 日函報本案之總結報告，並於 9 月 18 日經本局同意備查。本次現場檢查，旨在複查 2 號機廢料廠房-0.83 呎之集水坑上方管路因砂孔造成之漏水

狀況，確認已改善完成，另要求廠方研議再發生滲漏時之改善方式。廠方回應，將針對該滲漏點鄰近管路進行測厚，確認是否為管路薄化，若屬該滲漏點小範圍之薄化，將採管夾方式止漏，並擇機切管更換。

在固化處理系統方面，因廠方至 112 年 6 月 30 日止，依固化桶小樣品資料分類計算結果，所得固化桶數超 C 類較不合理。經廠方說明實為小樣品分析存在均勻度之問題致分類計算 C 類、超 C 類比例過高，後續將依整桶計測結果為主，修正各類廢棄物(A/B/C/超 C)之比例。另抽查固化廢棄物配比數量紀錄表，確認核一廠固化桶依低放射性廢棄物固化流程控制程序進行配比，符合規定。最後，查證品質組查核固化作業情形，其 111 年及 112 年查核結果均無異常，目前核一廠固化系統運轉情形良好。

在廢棄物倉貯管理及乾性廢棄物管理檢查方面，因發現二號低放射性廢棄物貯存庫空調設備故障率偏高，且冰水機 A 串設備故障與 2 輛自動搬運車(AGV)皆無法正常，均遲未改善。本局於 112 年 8 月 31 日爰依「核子設施違規事項處理作業要點」之「違規事項之類級區分」八、(五)，開立台電公司五級違規事項草案。

綜上所述，本次定期檢查之檢查發現，除已要求台電公司說明各項缺失改善情況，另開立五級違規事項，本局將於後續例行檢查積極追蹤。