
111 年台電公司核能二廠 放射性廢棄物營運管制年報



行政院原子能委員會 放射性物料管理局

日期：112 年 5 月

目 錄

	頁碼
壹、前言	2
貳、管制作業	2
參、管制績效	3
肆、未來管制重點	13
伍、結論	14

壹、前言

為確保核二廠放射性廢棄物處理系統及貯存設施運轉安全，防範意外事件之發生，放射性物料管理局(以下簡稱本局)依「放射性物料管理法」，每月定期派員赴核二廠進行例行檢查、每年針對放射性廢棄物整體之營運管理執行定期檢查，要求台電公司提供運轉維護紀錄、輻射量測報表及現場監測數據，以確認核二廠放射性廢棄物處理及貯存設施之運轉符合相關法規之要求，並持續落實三級品保管制、防範意外事件之發生。另為了解假日及夜間之運轉情形，亦執行不預警檢查，查核運轉人員精神狀態及運轉情形，此外，並要求核二廠應每年執行放射性廢棄物營運意外事故演練，演練期間本局派員查核核二廠演練情形。

為確保放射性廢棄物營運之安全，且核二廠將於 112 年 3 月進入除役階段，期藉由前述各項檢查，達到本局放射性廢棄物營運安全管制之目的。

貳、管制作業

本局檢查人員依據相關法規及作業程序書等規定執行檢查工作，主要檢查項目如下：

1. 放射性廢棄物處理設施：包括放射性廢液處理系統、高減容固化系統、減容中心，瞭解並掌握運轉情形，並查證各項維護作業是否依運轉規範、程序書規定確實執行。
2. 放射性廢棄物貯存設施：巡視放射性廢棄物貯存之廠房、貯存庫等，瞭解並掌握各設施之營運情形。
3. 放射性廢棄物營運三級品保作業：查核核二駐廠安全小組、品質組及現場作業人員品保作業執行情形。
4. 異常事件處理：放射性廢棄物營運設施若發生異常事件時，進行調查、回報、處理及後續追蹤。
5. 減廢執行現況：核二廠內放射性廢棄物產量抑減之執行情形。
6. 廠內運送作業：檢查核二廠內各設施間的放射性廢棄物運送及貯存吊運作業是否依相關規定執行。

7. 其它有關放射性廢棄物營運安全之作業：工安、輻安、消防及人員訓練等。

參、管制績效

核二廠 111 年度各類放射性廢棄物統計，共產生固化廢棄物 61 桶、脫水樹脂 341 桶、可燃廢棄物 431 桶、可壓廢棄物 314 桶、污染廢油 34 桶、廢保溫材 92 桶與爐心元件 2 桶，總計產生固化廢棄物 61 桶與非固化廢棄物 1,214 桶(表 1)，與 110 年非固化廢棄物 1,330 桶相較，廢棄物總產量略微減少。

表 1 111 年核二廠各類廢棄物產量表

單位：桶

類別	固化廢棄物	脫水樹脂	可燃廢棄物	可壓廢棄物	廢油	保溫材	爐心元件
年產量	61	341	431	314	34	92	2

111 年減容中心全年度穩定運轉，焚化爐焚化處理共計 209.3 公噸；超高壓壓縮機系統 111 年壓縮後產生灰渣套桶 106 桶，一般可壓廢棄物套桶 3 桶，合計 109 桶。

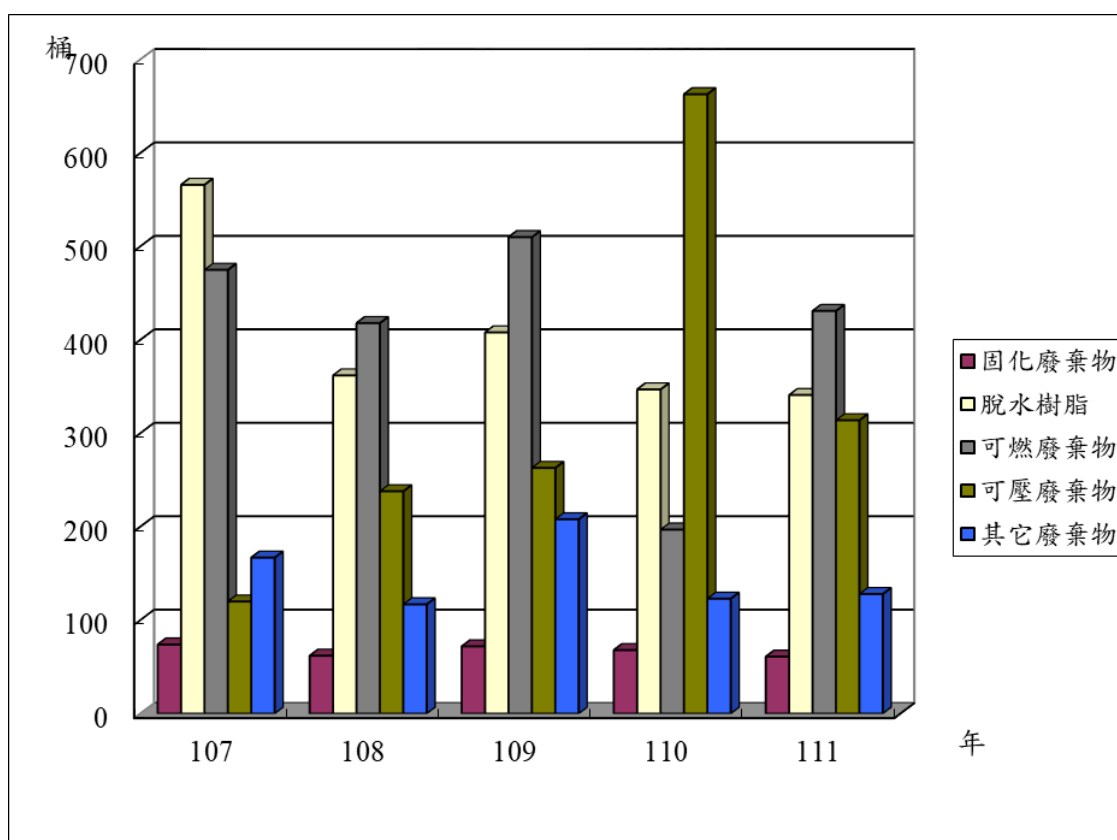
近 5 年各類放射性廢棄物年產量之比較如表 2 與圖 1，因 1 號機於 110 年 12 月 27 日運轉執照到期，111 年僅有 2 號機組運轉，例行維護與機組大修維護產生之各類廢棄物大多較往年減少。

表 2 核二廠近 5 年各類廢棄物產生量

單位：桶

年度	固化廢棄物	脫水樹脂	可燃廢棄物	可壓廢棄物	其它廢棄物
107	74	566	475	120	167
108	62	362	418	238	117
109	72	408	510	263	208
110	68	347	197	663	123
111	61	341	431	314	128

圖 1 核二廠近 5 年各類廢棄物產量圖



在放射性廢液處理系統方面，111 年度廢液日平均飼入量為 30,602 加侖，為終期安全分析報告設計值之每日 76,520 加侖的 40.00%；其中高導電率廢液為 6,128 加侖，占全部的 20.03%，低導電率廢液為 24,473 加侖，

占全部的 79.97%；廢液回收率為 100%，全數回收至 CST (冷凝水貯存槽) 或 ACST (輔助冷凝水貯存槽)。

廢液排放量及排放活度方面，111 年總排放量為 5,238,389 加侖，總排放活度 252,179.4 MBq，其中雜項廢液處理系統排放 4,386,753 加侖（分裂與活化產物活度 107.7 MBq，氫排放活度 251,274 MBq）；放射性廢液處理系統 0 排放；清潔劑廢液處理系統排放 853,406 加侖（分裂與活化產物活度 143.7 MBq，氫排放活度 654 MBq）。

有關核二廠近 5 年廢液日平均飼入量及回收率之比較如表 3，因 1 號機於 110 年 12 月 27 日運轉執照到期，並提前於 110 年 6 月停機，爰 111 年廢液日平均飼入量逐漸減少。

表 3 核二廠近 5 年廢液日平均飼入量及回收率

年度	107	108	109	110	111
日平均飼入量(GPD)	35,828	43,725	43,678	36,036	30,602
回收率(%)	100	100	100	100	100

111 年本局共執行核二廠例行檢查 8 次、年度定期檢查 1 次、機組大修放射性廢棄物營運檢查 1 次、放射性廢棄物處理系統設備檢修專案檢查 1 次、核二廠 111 年度放射性物料設施異常事件應變聯合演練 1 次、不預警視察 4 次。每次檢查作業完成後均撰寫檢查報告，若發現影響廢棄物處理與貯存設施正常運轉之情事，則開立注意改進或違規事項，111 年度核二廠放射性廢棄物處理及貯存營運狀況查核，本局開立一件注意改進事項。

有關核二廠放射性廢棄物營運，檢查要項有品保自主管理、廢棄物營運及減廢執行現況、廢液處理系統、高減容固化系統、減容中心及廢棄物倉貯管理及各項專案檢查，本局 111 年執行檢查之重要發現摘述如下：

1. 1 月執行例行檢查，至 1 號貯存庫查核「核二廠 1 號低放射性廢棄物

貯存庫清理作業計畫」執行情形，發現 1 號貯存庫早期貯存之廢料桶，部分盛裝容器已銹蝕、乾性廢棄物未妥善分類，另有早期(多為民國 70-80 年間)之固化廢料桶未登載於低放射性廢棄物資料庫系統(LRWDS)及低放射性廢棄物每月貯存報告表。本項發現於 1 月 14 日開立注意改進事項 FCMA-111-2-2001，要求核二廠清點數量並研提改善措施。核二廠將廢棄物妥善處置並清點數量建檔，於 112 年 2 月申請結案。

2. 配合原能會核管處核二廠 2 號機 EOC-27 大修視察作業，本局 2 月 26 日至 3 月 31 日於機組大修期間就放射性廢棄物營運部分執行現場查核，未發現重大缺失及有影響安全營運之事實，重要檢查結果如下：

- (1) 廢棄物營運三級品保作業方面，台電公司核安處依稽查計畫第 10 分組「化學及廢料管制作業」執行，其稽核結果未發現影響運轉維護安全之重大事項，化學品管制方面，發現 2 件標籤逾期、1 件未申請化學品標籤缺失，全數缺失已改善完成同意結案。
- (2) 廠務管理作業方面，巡查發現 2 號機汽機廠房 3 樓 2 個工具箱擺放位置資訊標示有誤，一廢油桶未掛臨時放置卡，廠房 2F 南側水箱之滅火器檢查日期逾期，以上缺失核二廠皆已改善。
- (3) 有機化學品攜入攜出管制方面，核二廠於大修期間成立「化學品查核小組」稽查，未發現重大缺失，而本局視察員於現場抽查各項化學品後，再以化學品申請系統進行複查，各品項確實經工安組防火區域審查並經運轉組審核通過，抽查結果符合規定。
- (4) 乾性廢棄物接收、分類管制及抑減作業方面，核二廠於作業前進行大修乾性廢棄物減量宣導，並在大修期間於主管制站入口，管制外包裝材等清潔物料之攜入，減少清潔物料如外包裝等進入管制區避免增加污染廢棄物產量。本次大修乾性廢棄物接收統計區間由 111 年 2 月 26 日至 111 年 4 月 1 日止，共計 35 天，實際產量

為 19,762.7 公斤，為原預估產量 25,400 公斤之 77.81%。

- (5) 系統洩水、洩油管制及處理作業方面，核二廠機組大修前，即要求現場設備洩水時應落實管制及通報，以掌握處理系統廢液來源，避免廢液交叉污染。本次大修廢液平均飼入量為 64,072 GPD，低於 FSAR 規範 76,520 GPD；查核回收廢液之 TOC 值，大修期間廠方嚴格進行各項化學品使用管制，本次大修在總體廢液回收 TOC 平均值為 78 ppb，遠低於程序書規範大修期間應低於 400ppb 以下。2 月 26 日至 3 月 3 日執行上池洩水及爐穴除污相關作業，作業過程洩水管制良好。
3. 4 月執行例行檢查，2 號機於 3 月 30 日獲原能會同意再起動臨界後，依程序執行臨界後至併聯前之相關測試及檢查作業，期間核二廠因反應爐冷卻水水質硫酸根濃度過高要求停機進行處理，核二廠查明係爐水淨化系統後濾器破損導致粉狀樹脂侵入機組，樹脂分解後造成硫酸根濃度升高。反應爐冷卻水水質處理過程汽機廠房產生一床冷凝水除礦器廢樹脂，約 55 加侖桶 40 桶，由廢料組固廢課完成裝桶；4 月 1、2 日廢液處理系統(設計容量 250,000 GPD)處理爐水淨化系統之洩水，廢液飼入量分別達到 181,765、138,488 加侖，惟仍低於設計值，廢液經過濾、除礦後打入冷凝水貯存槽(CST)貯存，順利完成作水程序。
4. 6 月執行例行檢查，進行 WOHESS 暫存設備器材年度保養稽查，存放環境之倉庫結構應堅固防火、防水、通風及排水良好，工作人員定期進行各設備之表面擦拭，並將可能鏽蝕之部件(例如螺栓、螺帽等)塗抹黃油保護，稽查結果未發現鏽蝕之部件，泵浦、配電盤、監控單元、分析儀器及訊號傳送元件等電氣單元，存放之貯存區溫度保持在 25.6℃ 以下、相對濕度在 65%以下；焚化爐於 6 月 6 日至 29 日執行焚化爐清灰及設備保養工作，維護工項核二廠依「核二廠減容中心焚化爐系統清灰、維修及查證計畫表」進行管控，至現場查

核，現場檢修設備依規定開立檢修工作聯絡書及掛禁止操作卡，保健物理人員依規定架設圍籬等避免交叉污染並執行相關量測，當日廠房排氣之流程排放監測器(PRM)讀值 $1.06 \times 10^{-13} \mu\text{Ci/cc}$ (警報值 $5.4 \times 10^{-10} \mu\text{Ci/cc}$)，本次維護更換之設備主要為 Auger、驟冷器噴槍及空壓機。

5. 7月執行例行檢查，焚化爐於7月1日第一批投料焚化後，值班運轉員發現主燃燒室負壓控制不良，且經檢修多日仍無法穩定運轉，本項檢查發現於12日開立管制追蹤事項要求核二廠改善。經核二廠機電等維護組討論，調整驟冷器噴槍控制閥參數及後爐燃燒機燃油用量後，爐壓異常跳動之問題獲得改善並穩定運轉。
6. 本局7月執行「核二廠放射性廢棄物營運管制111年度定期檢查」，檢查結果重點摘錄如下：
 - (1) 廢棄物營運及減廢執行現況方面，雜項廢液廠房現場巡查，發現部分存放化學藥品之容器有破損，廠房露臺冷卻水管路與水塔連接處部分閥牌鏽蝕，並有閥牌脫落狀況，核二廠皆已完成改善；雜項廢液廠房二樓活性碳過濾器下方一基座蓬拱開裂，核二廠說明該處鼓起位於管路基座，非屬一般人員行走動線，無人員安全顧慮，已改善。
 - (2) 放射性廢液與雜項廢液處理系統方面，查爐水淨化系統過濾除礦器110年共預敷樹脂18次，而111年截至6月已預敷15次，核二廠說明主要係因2號機大修啟動後水質不佳，3~6月為改善水質，期間共預敷9次，其餘為例行作業；發現雜項廢液廠房排氣輻射監測(OGE-RITS-845)校正標籤標示校正日期為109年12月30日，有限期限18個月，核二廠說明尚在程序書規定之校正容許寬限期內，並於8月1日完成校正。
 - (3) 高減容固化處理系統方面，查核固化試體28天養生後機械強度測試，測試結果年度測試試體5只機械強度平均 54.6 kgf/cm^2 ，例行

測試試體 1 只機械強度 56.2 kgf/cm²，符合法規規定須大於 15 kgf/cm²；查核設備維護，發現固體廢料補給槽內設置之浮筒過濾器抽水泵流量偏低，核二廠推判應為其橡膠軟管有劣化現象，已改善。

- (4) 廢棄物倉貯管理方面，查 3 號貯存庫油壓貨梯因故障，自動搬運車無法運送存放於 2、3 樓的廢棄物桶，僅能於 1、B1 樓層運作，要求核二廠積極處理油壓貨梯故障問題，核二廠說明因該貨梯為德製，其備品均需仰賴進口，在歷經 3 次開標後，於 7 月 6 日決標，並於 9 月初開工，後續於 11 月完工，貨梯可正常運轉。
- (5) 減容中心焚化爐及超高壓壓縮系統方面，6 月核二廠執行焚化爐停爐檢修，除爐體清灰、設備維護外，加強減容中心主斷路器 VCB 上游含比壓器 PT 量測，評判結果為良好，另 MOF 由台電公司基隆區處檢測，MOF PT 狀況良好；查核今年度停爐清灰保養後，7 月 1 日之前爐與後爐升溫曲線，經比對程序書升溫曲線圖，發現前爐溫度在第二段升溫過程及維持溫度 450~500°C 期間，其曲線有大幅震盪出現，核二廠說明本次點火升溫過程之曲線變動係燃燒機火星塞點火功能異常及維護組調整燃燒空氣及燃油比例期間造成溫度下降之緣故，已提程序書修訂，將檢查燃燒機火星塞作業列入本廠程序書 773.9.6.6「減容中心焚化爐儀控設備定期巡視檢查程序書」，以提升儀器設備維護可靠度。
- (6) 本次定期檢查期間未發現與安全相關之異常情事，少數文件紀錄或現場設備維護之缺失，皆已完成改善。

- 7. 9 月執行例行檢查，台電總公司核安駐廠安全小組 13、14 日依據「核能電廠低放射性廢棄物 55 加侖熱浸鍍鋅鋼桶採購規範(110 年 11 月)」，與核二廠人員至高雄之鋼鐵廠執行核二廠「55 加侖放射性待處理物料熱浸鍍鋅鋼桶」案之製造前材質檢驗稽查，核對鋼材、鋁條、漆料、螺栓、螺帽等銷售證明書，除發現鋼材之銷售證明文件

缺少買賣雙方公司及負責人核章已立即改正，無其他缺失。

8. 核二廠 111 年度放射性物料設施異常事件應變聯合演練：

- (1) 為增進放廢設施營運安全，本局要求台電公司各放廢設施每年均應執行意外事件演練作業，以提升作業人員之危機意識與事故應變能力。為使本局同仁熟悉放廢設施意外事件之處理模式、應變任務與職責，111 年本局配合核二廠進行聯合應變演練。
- (2) 核二廠於 9 月 16 日進行本次演練，情節為地震引發焚化爐設備故障及人員受傷，重點包括：
 - a、地震通報、巡查及減容中心焚化爐之緊急停爐應變。
 - b、市電盤比壓器故障冒煙之處置及設備維修。
 - c、袋式過濾器飛灰桶有火星之處置。
 - d、人員受傷之處置。
 - e、環境輻射量測及污染偵檢。
 - f、異常事件之通報、新聞稿發布(上網)作業。
- (3) 本局配合核二廠演練，演練項目包括：
 - a、異常事件之回報與處置、輿情回應(上網)作業。
 - b、派員赴事故現場檢查(現場量測及資料調閱等)。
- (4) 依本局異常事件通報與應變作業程序，應於事件發生後三天內召開肇因檢討會議，本局於 9 月 20 日召開本次異常事件演練之肇因檢討會議，討論事件經過、應變作為及肇因檢討，後續核二廠於事件發生 7 日內(9 月 23 日)提報異常事件初步檢討報告、事件發生 30 日內(10 月 17 日)提報異常事件完整檢討報告。

9. 台電公司為確保核二廠 3 號低放射性廢棄物貯存庫之固化廢棄物桶的貯存安全，提報「核二廠低放射性固化廢棄物桶檢整計畫」，規劃將現有 83 加侖鍍鋅鋼桶內之 55 加侖劣化固化桶取出或將新產生的 55 加侖劣化固化桶(總數量共計 5,719 桶)，檢整重裝置入高性能混凝土結構完整容器(High Performance Concrete Container, HPCC)，以提

升貯存安全。核二廠檢整作業 111 年累計完成 2,483 桶(共計 5,719 桶)，下一批次 400 桶 HPCC 空桶於 11 月完成驗收交貨，HPCC 總計交貨 2,800 只，後續檢整作業，台電公司正在評估以其他不鏽鋼製容器替代 HPCC 進行固化廢棄物桶檢整重裝工作，以提供未來重裝作業更多元的選項。

10. 10 月執行例行檢查，查核「核二廠低放射性固化廢棄物桶檢整計畫」之作業，查核結果如下：

- (1) 依據檢整作業程序，工作人員將 83 加侖劣化桶及 HPCC 空桶以內外堆高機接駁方式運送至檢整區內進行檢整作業，並於檢整區入口處設置緩衝區，放置 HPCC 及棧板。
- (2) 檢整區內之工作人員以 55 加侖桶電動夾具取出 83 加侖桶內之 55 加侖劣化桶置入 HPCC 中，並使用翻轉機及震盪機將不含自由水之活性碳填入 55 加侖桶與 HPC 之間隙。
- (3) 完成檢整之 HPCC 搬運至檢整區入口處緩衝區棧板後，保健物理人員隨即進行表面污染及輻射劑量率偵測並記錄相關數值，完成偵測後之 HPCC 再以堆高機將其放置至專用棧板上，將棧板搬運至封蓋專區以 160KG 小吊臂進行 HPC 桶封蓋作業。
- (4) 經查作業所需之堆高機、電動夾具及固化桶檢整設備，皆有執行作業前檢查並留下相關紀錄文件(表 370.8-3、表 370.8-12 及表 370.8-13)。

11. 核二廠減容中心結構補強施工案：

- (1) 本局於 106 年 9 月要求台電公司依內政部頒「建築物耐震設計規範及解說(100 年 7 月)」及 100 年 3 月 17 日行政院院會提示之「地震設計基準值強化為 0.4g」，進行放廢設施耐震能力檢核及評估，經審查後，於 109 年要求核二廠減容中心應進行結構補強，台電公司續於 110 年 9 月函報核二廠「減容中心耐震補強細部設計報告書」。

- (2) 歷經四回合審查，本局於 111 年 10 月 18 日核備「核二廠減容中心結構補強施工計畫書」，工期預定為 111 年 11 月 26 日至 112 年 12 月 31 日，本局要求台電公司：施工期間應加強施工區域空浮監測、周圍環境監測；應加強自主管理，落實三級品保，確保施工期間之工安及輻安；結構補強施工完成後，應提報減容中心安全分析報告修訂版。
- (3) 焚化爐 11 月 27 日最後一批投料後開始進行降溫，12 月進行停爐清灰作業，後續進行減容中心結構補強施工作業，後續規劃 112 年 1 月底前將受補強作業影響之設備搬遷，2 月開始進行結構補強現場施工，至 112 年 12 月底完成；氣體排放輻射偵測器台電公司已向原能會申請暫時停用。

12. 本局 11-12 月間執行「111 年核二廠放射性廢棄物處理系統設備檢修專案檢查」，檢查結果重點摘錄如下：

- (1) 廢液處理系統檢查方面，作業現場控制盤面依檢修工作聯絡書執行掛卡，閥位及卡號相符；維護現場依規定進行圍籬管制，並有工安、保健物理人員巡查；氣體鋼瓶以繩索固定，臨時使用之設備(如電焊機)依規定申請臨時放置卡；檢查發現廢樹脂槽 0HD-0T-70 槽壁測厚紀錄，部分上下蓋測點量測結果低於設計值，核二廠說明相關資料查無最小允許厚度故標記設計厚度供參，經由測厚數據結果相比較，可確認廢樹脂槽無明顯薄化情況，而廢樹脂槽使用於常溫常壓環境，現有槽壁厚度皆於 25mm 以上，有相當的安全餘裕，未來大修將採保守作法，針對廢樹脂槽進行測厚監測，以釐清薄化情況。
- (2) 雜項廢液處理系統方面，發現雜項廢液處理系統之調節槽 0T-169A 基座螺栓出現銹蝕，要求核二廠全面清查雜項廢液處理系統桶槽基座狀況並改善，以確保廢棄物處理系統運轉安全。核二廠已全面清查雜項廢液處理系統桶槽基座狀況，外觀尚完整，支撐與構

架間焊道無腐蝕現象，管路無洩漏，功能正常可繼續使用，0T-169A 銹蝕處採除銹油漆，完成修復；現場設備檢修掛卡與雜項廢液值班日誌查核，雜項廢液值班員均在崗位執勤，且值班日誌詳實紀錄各桶槽液位、操作經過與廢液取樣時間，符合規定。

- (3) 高減容固化系統方面，查台電公司核安處駐廠安全小組對廢料固化系統未有查證項目，經告知後增加廢料固化系統之 0W115/0W116 儀表、冷卻水塔 0VW-20 馬達維護、0P-332 輸送泵維護等三項查證項目，稽查結果符合規定；核二廠預防保養次子系統(MMCS) 預防保養歷史資料，該資料僅呈現保養執行者，並未登載品質組之查證，核二廠說明因廢料處理系統為非安全相關系列，因此在 MMCS 內在結案作業時不會自動將查證人員的姓名代號帶進歷史資料內，已要求查證人員在未來結案時以手動方式輸入姓名代號。
- (4) 本次放射性廢棄物處理系統設備檢修相關作業之檢查，無發現重大缺失及有影響安全營運之事實。

13. 本局配合本會核管處於 3 月 17 日、6 月 11 日、8 月 6 日、11 月 23 日共執行 4 次核二廠夜間不預警視察，本局負責廢料廠房及減容中心控制室之稽查，檢查結果值班人員精神狀況良好且均在崗位執勤；值班人員對系統設備狀況之均能完全掌握，控制盤面及流程輻射監測器無異常警報；4 次核二廠夜間不預警視察，廢料處理系統及減容中心之運轉經檢查未發現任何異常。

肆、未來管制重點

1. 各放射性廢料處理系統運轉安全之查證。
2. 廢棄物倉貯管理作業之查證。
3. 廢棄物營運品保自主管理作業。
4. 低放射性固化廢棄物桶檢整作業之檢查。
5. 減廢執行現況及抑低產量之目標值掌控。
6. 放射性廢棄物營運年度定期檢查。

7. 放射性廢棄物處理系統設備檢修專案檢查。
8. 核二廠除役安全管制檢查。

伍、結論

核二廠 111 年度各類放射性廢棄物統計，總計產生固化廢棄物 61 桶與非固化廢棄物 1,214 桶，近 5 年各類放射性廢棄物年產量之比較，因 1 號機於 110 年 12 月 27 日運轉執照到期，111 年僅有 2 號機組運轉，例行維護與機組大修維護產生之各類廢棄物大多較往年減少，另 111 年廢液日平均飼入量亦逐漸減少。

111 年本局共執行核二廠例行檢查 8 次、年度定期檢查 1 次、機組大修放射性廢棄物營運檢查 1 次、放射性廢棄物處理系統設備檢修專案檢查 1 次、核二廠 111 年度放射性物料設施異常事件應變聯合演練 1 次、不預警視察 4 次。111 年度核二廠放射性廢棄物處理及貯存營運狀況查核，本局開立一件注意改進事項，已結案，本局未來將持續稽查放射性廢棄物營運各項執行工作，並要求核二廠落實廢料處理系統維護之三級品保制度，以確保運轉安全。