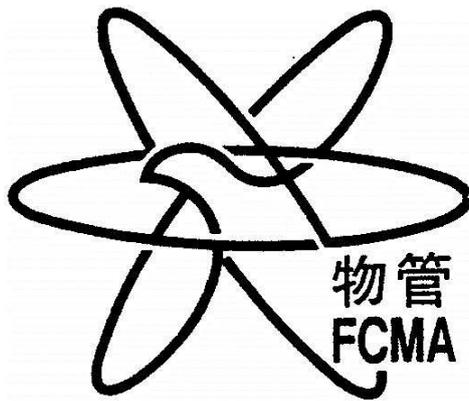

**104 年台電公司核能二廠
放射性廢棄物營運管制年報**



行政院原子能委員會 放射性物料管理局

日期：105 年 5 月

目 錄

	頁碼
壹、前言	2
貳、管制作業	2
參、管制績效	4
肆、未來管制重點	15
伍、結論	15

壹、前言

為督促核二廠放射性廢棄物設施正常運轉，提升放射性廢棄物營運安全，行政院原子能委員會放射性物料管理局(以下簡稱本局)對核二廠放射性廢棄物營運及管理，除派員執行例行檢查、定期檢查外，每年更配合機組大修及廢料系統大修執行大修專案檢查。藉由例行檢查與廠方適切溝通相關作業與管制要求，早期發現作業缺失並要求改善，以確保放射性廢棄物處理及貯存系統的運轉安全。於定期檢查期間增派人力，就各處理系統長期連續運轉狀況、維護保養情形、減廢執行成效、倉貯及品保紀錄等進行查證。更於機組大修期間，配合本會核能管制處大修檢查小組，針對大修期間的洩水回收作業、乾性放射性廢棄物產量抑低與分類、化學品攜入攜出管制、核安品保作業等重要事項進行檢查。另於廢料系統大修期間執行專案檢查，針對廢液處理系統、雜項廢液處理系統及高減容固化系統之維修品質、品保作業與相關紀錄文件進行查核，以確認各設備檢修作業之執行狀況及運轉安全。檢查員於執行檢查作業期間與現場操作人員及設施管理者，針對放射性廢棄物營運相關作業交換意見，以增進各設施之放射性廢棄物營運安全，並防範輻安、工安等意外事件之發生。

貳、管制作業

為避免放射性廢棄物對民眾及環境造成影響，確保民眾安全，本局依據放射性物料管理法第二十條之規定，要求電廠定期

提報相關資料送本局審查，包括有關放射性廢棄物營運之運轉報表，其中運轉月報提報資料包括：每月放射性廢液飼入量與排放量、各類放射性廢棄物產量、各貯存庫之貯放情形、減容中心運轉紀錄報表等資料。

本局另依放射性物料管理法第二十二條之規定，派員進行例行檢查及定期檢查，藉由檢查作業瞭解各廢棄物處理系統之運轉、維護保養狀況、減廢執行成效、倉貯管理及品保執行情形。

其中放射性廢棄物處理系統包括：

1. 放射性廢液處理系統：包括機件洩水、地面洩水、化學廢液、洗衣廢水之收集、處理、回收與排放等設備。
2. 固體放射性廢棄物處理系統：包括各類濕性放射性廢棄物之收集、減容、固化前處理與固化等處理設備，及乾性放射性廢棄物之除污、回收與減容等處理設備。
3. 可燃放射性廢棄物處理系統：包括可燃廢棄物收集作業、焚化前處理作業、焚化處理設備、焚化後灰渣處理與收集、廢氣過濾系統偵檢與排放等。

檢查期間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. 嚴謹審查核二廠放射性廢棄物營運之各項申請案。
2. 巡視放射性廢棄物相關處理系統、廠房、貯存庫等，瞭解並掌握各設施之放射性廢棄物營運情形。
3. 檢查放射性廢液處理系統之操作情形、放射性廢液飼入與排

- 放、水質取樣分析及洩水管制等相關設備之營運動態。
4. 查證各設施內放射性廢棄物處理系統之組件設備、管閥的校驗、維修及拆換作業是否依程序書規定確實執行。
 5. 檢查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。
 6. 查證主要放射性廢棄物處理設備之運轉作業是否符合運轉規範要求。
 7. 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。
 8. 檢查其它有關放射性廢棄物營運安全之作業以及工業安全管理機制(包含工安、消防、保安及人員訓練)。

參、管制績效

核二廠 104 年度各類放射性廢棄物統計，共產生固化廢棄物 58 桶(均為廢液淨化殘渣)、脫水樹脂 429 桶、可燃廢棄物 462 桶、可壓廢棄物 67 桶、污染廢油 50 桶、廢保溫材 70 桶與爐心元件 2 桶，總計產生固化廢棄物 58 桶與非固化廢棄物 651 桶(如表一)。104 年底總貯存量為 52,987 桶，較去年總貯存量 52,342 桶增加 645 桶，扣除無法抑低的脫水樹脂產量 429 桶，其餘廢棄物的倉貯總增加量為 216 桶，符合本局自 102 年度開始實施之產量管制目標值(核二廠 850 桶)之要求。

表一：104 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	58	429	462	67	50	70	2

減容中心焚化處理可燃放射性廢棄物 154,491 公斤，焚化後產生灰渣共 13,642 公斤，以 180 公升鋼桶盛裝共 156 桶，其中包含爐底灰 89 桶、飛灰 67 桶；壓縮處理可壓放射性廢棄物 60,485 公斤，以 180 公升鋼桶盛裝共 596 桶，壓縮後產生 161 桶壓縮餅，以 55 加侖鍍鋅鋼桶盛裝，其中 3 桶暫存於減容中心，158 桶暫存於 3 號廢棄物貯存庫中，本年度減容中心在降低廢棄物體積上提供很大的幫助。

在放射性廢液處理系統方面，104 年度廢液日平均飼入量為 42,693 加侖，為終期安全分析報告設計值之每日 76,520 加侖的 55.79%；其中低導電率廢液為 33,666 加侖，占全部的 78.86%，高導電率廢液為 9,027 加侖，占全部的 21.14%；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)。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二，近 5 年各類放射性廢棄物年產量之比較如表三與圖一。

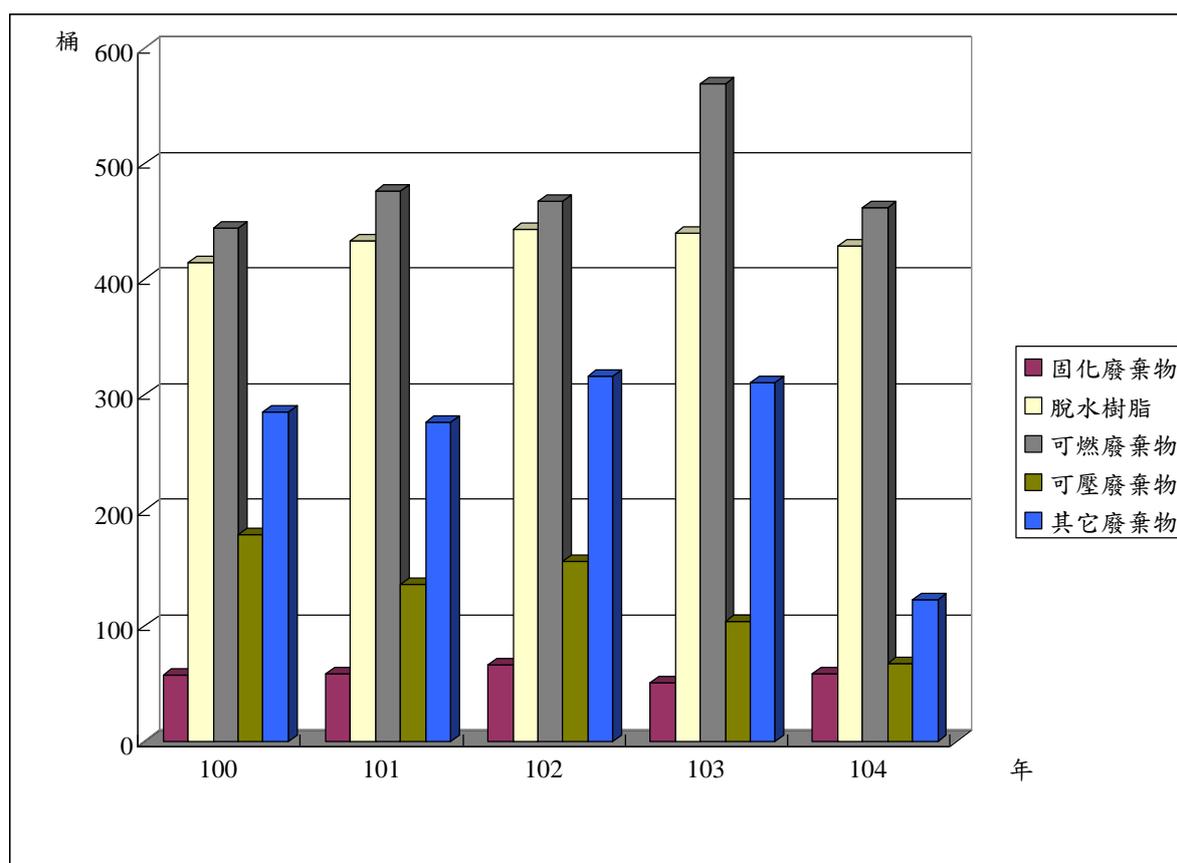
表二：核二廠近 5 年廢液日平均飼入量及回收率

年度	100	101	102	103	104
日平均飼入量(GPD)	42,186	44,311	42,588	38,606	42,693
回收率(%)	100	100	100	100	100

表三：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
100	57	414	444	179	285
101	58	433	476	136	276
102	66	443	468	156	316
103	51	440	569	104	310
104	58	429	462	67	122



圖一：核二廠近5年各類廢棄物產量圖

由統計表可發現，除可燃廢棄物少量增加外，104 年的廢液飼入量及各類廢棄物產生量與過去 4 年相較，並無明顯增加或減少的情形。再者，核二廠 104 年僅執行 1 號機 EOC-24 機組大修作業，其大修作業產生的可燃與可壓廢棄物，產量較去年已有減少。在本局的管制與電廠的自主管理下，各項運轉作業及廢棄物產生量已趨於穩定，難再有明顯抑減成果。

104 年本局共執行 9 次例行檢查、1 次年度定期檢查、1 次機組大修放射性廢棄物營運檢查及 1 次放射性廢棄物處理系統設備檢修專案檢查。每次檢查作業完成後均撰寫檢查報告，並就發現之缺失開立違規或注意改進事項，共計撰寫 1 份年度定期檢查報告、1 份機組大修放射性廢棄物營運檢查報告、1 份放射性廢棄物處理系統設備檢修專案檢查報告及 9 份例行檢查報告。104 年度核二廠放射性廢棄物處理及貯存設施，因發生減容中心值班人員擅離職守事件，有開立違規事項。另對於部份未涉及安全之作業疏失，開立 1 件注意改進事項，要求廠方應依相關作業規定進行改善。有關核二廠放射性廢棄物營運，包含廢液處理系統、乾性廢棄物蒐集與分類、減容中心運轉、高減容固化、廢棄物運貯等作業，本局人員執行檢查後之重要發現摘述如下：

1. 本局於 104 年 1 月執行核二廠減容中心焚化爐運轉例行檢查時，先由系統查閱自 103 年 12 月 1 日起爐後到 104 年 1 月 9 日間的主燃燒室與後燃燒室的溫度曲線，發現 103 年 12 月 5 日的溫度曲線有明顯下降情形，遂要求電廠提出說明。

電廠說情形：經查焚化爐運轉日誌，係 12 月 5 日上午 8:30 為配合變電站保養作業，焚化爐運轉模式切換為緊急降溫 (Emergency Cooling)，且暫停投料，待保養作業於上午 11:00 完成後才於 11:58 恢復進料作業。此次暫停作業經現場值班人員妥善處理，並未影響後續焚化爐之運轉。

2. 本局 2 月執行例行檢查，發現 2 樓清潔劑系統出口至取樣站的隔離閥(閥號：0HD-012ADB06)無法鎖緊，導致有水滴不停流入取樣站的收集桶內。另檢視清潔劑系統的水泵出口壓力計儀錶(編號：0HD-PI-261)，發現其校正標籤日期為 101 年 8 月 28 日，有效日期為 1 號機 EOC-23 大修時需再次校正。因電廠已完成 1 號機 EOC-23 大修，但現場標籤仍未更換。當場要求台電公司提出說明並加以改善。

改善情形：經台電公司流體課同仁報修後，清潔劑系統出口至取樣站的隔離閥已於 2 月 13 日檢修完成。另儀控組表示水泵出口壓力計儀錶，確實在 EOC-23 大修時有完成校正，是同仁尚未至現場更換新的校正標籤，目前已經完成改善並檢附 EOC-23 大修之校正紀錄。

3. 在 3 月執行例行檢查時，經查核二廠廢液控制室，當日值班人員皆有正常出勤，經翻閱工作日誌查核，無發現異常情形。再查看監視系統電腦，包括廢液收集槽、化學廢料槽、廢料廠房集水池等液位均在正常範圍。惟發現控制棒驅動系統集水池(CRD Sump)出現高導電度訊號，進一步查看 CRD

Sump 時間-導電度曲線圖，發現當天時間約 9:01 至 9:21 曲線斜率異常升高。請電廠查明原因及改善。

改善情形：經本局提出要求，現場值班員在查閱資料後，發現 3 月 9 日至 3 月 14 日有執行 CRD Pump 的計畫性檢修，此為檢修時廢液汙染導致 CRD Sump 導電度升高。廠方人員表示，因目前屬於檢修後測試階段，待後續將廢水打至廢液收集槽後，此處 Sump 的導電度會逐漸回復正常，並且不會對廢液處理系統造成影響。

4. 4 月執行例行檢查，在現場檢查時，正值核二廠執行一號機 EOC-24 機組大修，故當天值班人員在處理爐穴(Cavity)開蓋前洩水作業。Cavity 洩水時，值班同仁均依主控制室來電指示操作，對於洩水的接收槽，當時是指定打至輔助冷凝水貯存槽(ACST)。經利用廢液監視系統電腦同步查看，現場確認 ACST 的水位有明顯上升變化。當查閱當天(4/24)值班日誌，值班員均有確實依時間紀錄各項操作事項。惟發現自 4/16 開始，取樣槽的砂土分析儀發生故障。本局即要求請電廠查明原因及改善。

改善情形：廠方儀控組表示，截自檢查當日，所有取樣槽的 SiO₂ 的分析數據均得由環化組人員手動取樣化驗，廠方也表示故障當日已開立請修單。本局已要求廠方儘速完成砂土分析儀的檢修作業，此部分儀控組則已於 5 月完成檢修作業。

5. 本局於 5 月執行 1 號機 EOC-24 機組大修放射性廢棄物營運檢查，在檢查汽機廠房過程中，與台電核安處大修查核小組成員訪談。該小組成員表示曾於大修前才移入之工具櫃內，發現數只不符申請程序之化學品，皆已要求維護組重新完成申請程序。而該廠程序書中，未針對由廠房外整櫃移入之工具櫃制定查核程序，易形成化學品申請漏洞，要求廠方進行改善。

改善情形：經本局要求改善後，廠方已承諾於程序書中納入移入廠房之工具櫃或貨櫃為檢查項目。此項目之改善情形及未來廠方檢查工具櫃或貨櫃之情形，本局將於後續檢查持續追蹤。

6. 另於 5 月執行減容中心不預警視查，發現核二廠減容中心運轉值班人員未符合營運程序書工作警覺要求，外包值班技術員值勤精神狀況不佳、台電公司值班運轉專員未於控制室值勤而於值班辦公室休息，似有怠忽職守及安全有關的作業事項之情事。本局於 7 月 31 日對台電公司開立正式四級違規編號 EF-KS-104-01 在案(會物字第 1040020219 號函)。

改善情形：本案經本局召開違規審議小組討論後開立四級違規，廠方於事件發生後即將值班運轉專員調離現職，台電公司頒訂「電廠放射性廢棄物處理設施運轉人員值班及巡查作業要點」，核二廠訂定「減容中心值班人員工作與管理要點」強化人員管理，並提高值班狀況抽查次數。

7. 本局於 6 月執行 104 年度定期檢查，查核廢液過濾除礦器效率試驗均有依據程序書 383 確實執行並保留紀錄備查。惟發現今年度所執行的除礦器效率試驗，D 組的除礦器平均效率未達標準而進行重測，第二次重測後的效率為過低的數據 (34.7%)。本局要求電廠應於試驗紀錄表中加註檢討原因並附上吊修照片。

改善情形：經本局要求改善後，電廠針對程序書 383 效率試驗表格已提 PCN 進行修訂，增訂不合格部份之處理方式，另重新吊修也應留下記錄及探討原因，以作為經驗回饋。

8. 於 7 月執行核二廠廢粒狀離子交換樹脂濕式氧化暨高效率固化系統設備(WOHESS)貯存管理檢查，發現核二廠未依據台電公司核能營運品質保證方案第十三章「裝卸、儲存及運輸」之要求，來確實制定 WOHESS 設備器材之維護管理辦法。另廠方未依據原能會於 103 年 12 月 15 日會物字第 1030023484 號函說明第七點之要求，應對 WOHESS 設備器材妥善保存，以符合原能會所公布之核子反應器設施品質保證準則第十七條，應防止其損壞或劣化之規定。本局開立注意改進事項，要求核二廠於二個月內制定 WOHESS 設備器材之維護管理辦法，並切實執行。

改善情形：台電公司 9 月 11 日來函答覆，已依本局要求制定制定 WOHESS 設備器材之維護管理辦法，並於 11 月 24 日增補品質作業管制內容。本案已於 11 月 26 日獲本局同意

結案。

9. 另於 7 月執行例行檢查，減容中心焚化爐完成運轉 90 天定期巡視檢查，因檢修期間廠方發現部份爐磚已出現裂縫不堪使用，電廠於本次檢修更換爐門及 Auger 四周之耐火磚。本局要求台電確實檢修改善。

改善情形：爐磚經更換後先依維修廠商建議之升溫曲線進行烘爐，再經維修廠商確認耐火磚狀況正常後，已於 21 日依程序書進行升溫投料。

10. 本局執行 8 月例行檢查時，查閱天鵝颱風來臨前之防颱檢查表，經查廢料組所轄的三個課室(固廢課、除污課與減容中心)均有依規定執行檢查表查證(詳附件 1)，包括 1 號、2 號、3 號廢棄物貯存庫四周水溝均保持暢通，屋頂洩水孔沒有發生阻塞，集水井皆在低水位。惟發現 1 號廢棄物貯存庫、27 號及 28 號倉庫有浪板破損，但不影響倉庫之正常貯存功能。
改善情形：經本局要求改善後，電廠已於 8 月底完成破損浪板的檢修作業。

11. 執行核二廠 REOC-24 放射性廢棄物處理系統設備檢修專案檢查時，因本次廢料系統大修，電廠合併執行將 0W-100/0W-101/0W-102 盤廢料數據監測系統由 Rosemount RS3 更換為 Foxboro I/A 數位化系統。更換後的廢液監控系統更加容易操作，然而在 Demin 系統的出口流量與蒸發器本體的液位卻出現負值。本局要求在新系統啟用後，請廢控室

值班同仁，將操作上的異常現象逐項列出，並進行檢討改善。
改善情形：經本局提出要求後，數位化系統之設計係 4~20mA 對應 0~100% 之流量或液位數值，但由於考慮到±2%的容許誤差，實際顯示數值範圍為會在-2~102%(3.68~10.32mA)之間，故當數位化系統接收到低於 4mA 的電流時便會顯示負值，屬於電廠數位化系統設計之標準顯示方式。有關本局要求，電廠會充分配合廢控室值班所統計列出異常現象進行檢討與改善。

12. 在執行 10 月例行檢查時，廠方告知袋式過濾器之濾袋有破損情形，廠方表示 10 月 8 日因驟冷器噴槍之供氣流量異常決定停爐檢查，經檢查後發現部分濾袋燒毀，本局視察員檢視當日流程輻射監測器之排放濃度均正常，並未有異常升高情形，確認對環境未造成任何影響。本局要求確實完成濾袋之檢修。

改善情形：

- (1) 廠方於 11 月 9 日進行「焚化爐系統運轉操作」教育訓練，訓練課程包括焚化爐系統設備介紹、操作程序及焚化爐系統異常狀況處理及應變措施等共 8 小時。
- (2) 修訂減容中心焚化爐運轉異常處理方法程序書，增訂焚化爐應緊急停爐以保護濾袋之條件及增訂異常狀況發生時通報原能會之規定。
- (3) 減容中心焚化爐袋式過濾器入口端將加設固定式二氧化

碳滅火設備。

(4)106 年底前減容中心之設備維護、品質查證將納入核能二廠營運管理體系，並增加放射性廢棄物處理設施運轉人員之配置、建立長期維修計畫等。

13. 在執行 11 月例行檢查時，在檢視廢液系統運轉部分，發現 NORMAL WS SUMP 的出口流量在 11 月 6 日跨 11 月 7 日時出現流量下降為零的狀況。因當時汽機的 NORMAL WS SUMP 是顯示為有水進來，故此現象顯然有異常。本局要求電廠查明原因並改善。

改善情形：廠方說明紅色曲線為 NORMAL WS SUMP 出口流量之平均流量(單位：GPM)，在每天 24 時換日時因時間較短而造成平均值偏高，但隨著時間加長，其平均值也會逐漸下降，圖中曲線斜率亦會變得較平緩；因此，圖中曲線短暫流量突升降係屬正常現象。經將時間軸拉長後，可以發現 11 月 7 日跨 11 月 8 日的出口流量也是此一情形。同時再由多日數據觀察及比對報表統計量，雜項廢液處理系統之流量指示與報表統計量差異極小，故此數據顯示相符合。

14. 在執行 12 月例行檢查期間，查核減容中心連續抽氣式偵檢器更換為流程輻射偵檢器之運轉測試結果及其後續運作狀況。

改善情形：3 部連續式抽氣監測器於 1 月完成驗收，並於 4 月完成為期 1 個月之運轉測試，功能均正常，另「減容中心

放射性廢棄物處理設施安全分析報告」及「減容中心放射性廢棄物焚化爐運轉技術規範」本局於 10 月 5 日同意備查，3 部連續式抽氣監測器於 12 月正式上線，設備狀況良好。

肆、未來管制重點

核二廠 104 年整體低放射性廢棄物營運狀況符合法規要求，各類廢棄物年產生量亦符合年度產量管制要求。另外，本局對於例行、定期、大修與專案檢查期間所發現之缺失，將持續追蹤廠方後續改善情形，至於未來之管制重點如下：

1. 減容中心焚化爐設備故障之檢修。
2. 廢液控制監視系統半數位化後之運轉狀況。
3. 放射性廢液處理系統之異常洩水管控。
4. 低放射性廢棄物桶之整桶量測及核種分析作業查證。
5. 放射性廢棄物焚化爐之運轉操作條件及例行維護等相關作業檢查。
6. 各類放射性廢棄物抑低產量之目標值掌控。
7. 放射性廢棄物營運之自主管理及核安品保稽查。
8. 機組大修期間之放射性廢棄物營運檢查。

伍、結論

104 年度本局對於核二廠共執行了 9 次例行檢查、1 次年度定期檢查、1 次機組大修放射性廢棄物營運檢查及 1 次放射性廢

棄物處理系統設備檢修專案檢查。因發生減容中心值班人員離開崗位事件，有開立違規事項。對於部份未涉及安全之作業疏失，開立 1 件注意改進事項，要求廠方應依相關作業規定進行改善。

在放射性廢棄物之處理、貯存及運送作業上，依據相關法令及程序書執行，該廠各項放射性廢棄物營運指標均符合規定。對於放射性廢液處理系統之廢液回收、乾性廢棄物減量及追蹤異常洩水來源等措施，電廠持續執行來源減量，並配合高減容固化系統、焚化爐及超高壓縮機等後端減容設施，使該廠廢棄物總產生量管控在目標值內，符合規定。

另外在電廠機組大修作業期間，廠方於工作前嚴密規劃，並於大修期間自主管理下，完成乾性放射性廢棄物抑減與分類、系統洩水、洩油管制、化學物品攜入、攜出管制等相關工作，另配合核安處駐廠小組積極執行核安品保稽查。除化學品攜入、攜出管制成效有待改善外，未發生異常或違規事件，符合本局對核能電廠機組大修期間放射性廢棄物營運管制之要求。

近年來，核二廠在加強管理與持續改善下，已落實系統洩水管制、設備管閥維護與保養等相關自主管理作業。未來本局將持續管制核二廠放射性廢棄物系統之安全穩定運轉，以確保環境品質與核能營運安全。