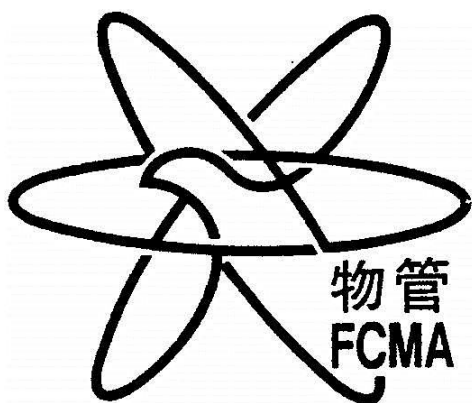

105 年台電公司核能二廠 放射性廢棄物營運管制年報



行政院原子能委員會 放射性物料管理局

日期：106 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	16

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、乾式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：包括各類濕式放射性廢棄物之收集、減容、固化前處理與固化等處理設備，及乾式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、輻安、消防、保安及人員訓練)。

參、管制績效

核二廠 105 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 308 桶、可燃廢棄物 525 桶、可壓廢棄物 168 桶、污染廢油 44 桶、廢保溫材 192 桶與爐心元件 4 桶，總計產生固化廢棄物 58 桶與非固化廢棄物 933 桶(如表一)。105 年底總貯存量為 54,239 桶，較去年總貯存量 52,987 桶增加 1,252 桶，扣除無法抑低的脫水樹脂產量 308 桶，其餘廢棄物的倉貯總增加量為 944 桶，係因為減容中心自 105 年 3 月 29 日停爐檢後，對於可燃廢棄物之處理減量作業較少所致。

表一：105 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	308	525	168	44	192	4

減容中心焚化處理可燃放射性廢棄物 41,293 公斤，焚化後產生灰渣共 4,215 公斤，以 180 公升鋼桶盛裝共 42 桶，其中包含爐底灰 27 桶、飛灰 15 桶；105 年度壓縮處理可壓放射性廢棄物桶數為 0 桶，未執行任何壓縮作業，主要原因係超高壓縮機於 104 年 8 月待料檢修，預計在今(106)年 5 月可完成檢修。

在放射性廢液處理系統方面，105 年度廢液日平均飼入量為 38,389 加侖，為終期安全分析報告設計值之每日 76,520 加侖的 50.17%；其中低導電率廢液為 31,551 加侖，占全部的 82.19%，高導電率廢液為 6,838 加侖，占全部的 17.81%；廢液回收率為 100%，全數回收至冷凝水貯存槽或輔助冷凝水貯存槽。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。

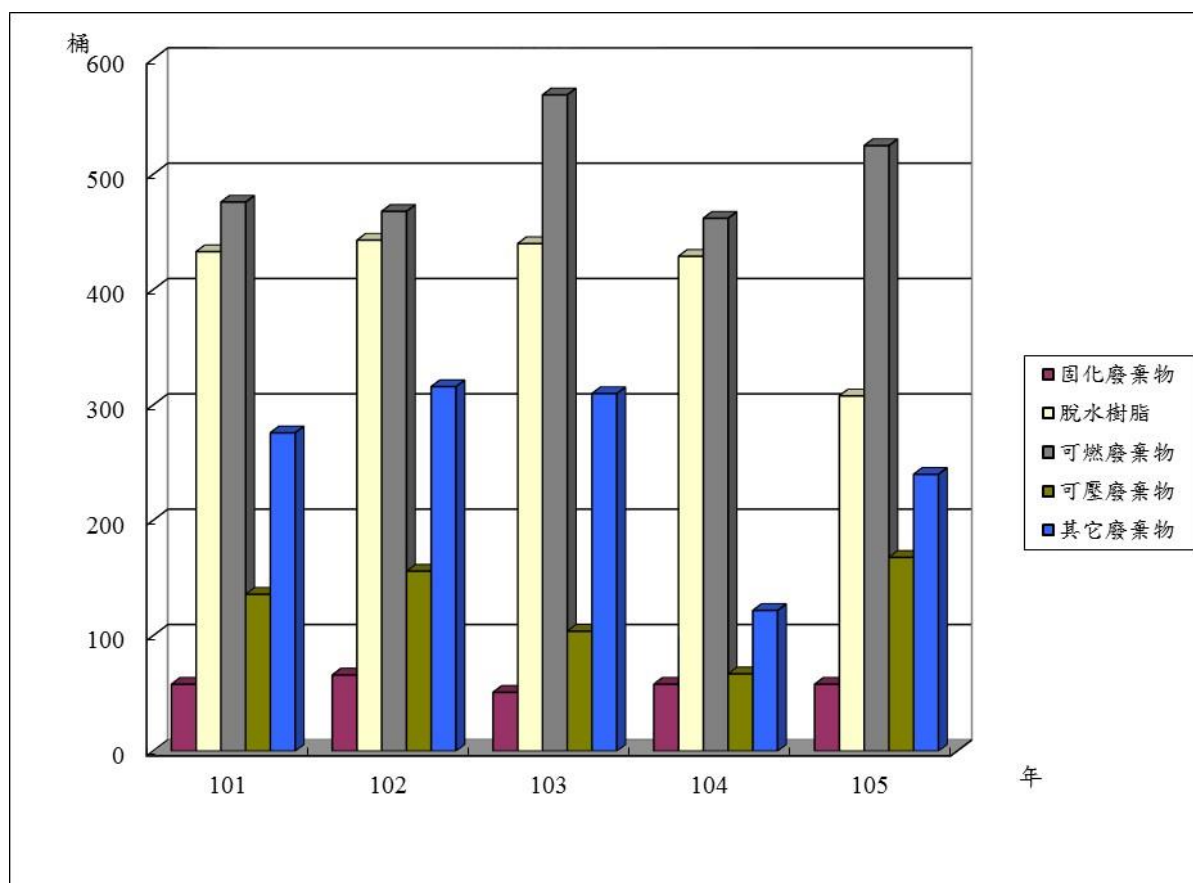
表二：核二廠近 5 年廢液日平均飼入量及回收率

年度	101	102	103	104	105
日平均飼入量(GPD)	44,311	42,588	38,606	42,693	38,389
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
101	58	433	476	136	276
102	66	443	468	156	316
103	51	440	569	104	310
104	58	429	462	67	122
105	58	308	525	168	240



圖一：核二廠近 5 年各類廢棄物產量圖

由統計表可發現，可燃、可壓及其他的廢棄物有增加外，105 年的固化廢棄物與脫水樹脂產生量與過去 4 年相較，有持平及減少的趨勢，至於廢液的日平均飼入量則有明顯減少的情形。雖核二廠在 105 年僅執行 2 號機 EOC-24 機組大修作業，惟因減容中心焚化爐自 3 月底停止運轉後，使得可燃與可壓廢棄物的處理暫緩，故 105 年底時的產生與貯存量反而增加。經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經逐漸趨於穩定，難再有明顯抑減成果。

105 年本局共執行 10 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。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，共計完成 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、及 10 份例行檢查報告。

105 年度核二廠放射性廢棄物處理及貯存設施，對於部份未涉及安全之作業疏失，開立 3 項注意改進事項。第 1 項注改係因減容中心發生濾袋受損時，值班人員未依程序書執行適當處理；第 2 項注改係因減容中心值班人員於執勤時，離開崗位參加輻防人員訓練課程；第 3 項注改為年度定期檢查時，發現一號貯存庫廢射源存放的「廢棄射源貯存紀錄表」內容與現場存放的 α 射源及 γ 射源數量不相符，以及三號貯存庫於 105 年 2 月至 6 月間，其相對濕度於某些時段超出程序書訂定之 65% 標準。以上 3 項注意改進事項，經電廠確實改善後，除第 1 項外，均已結案。

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 104 年 10 月執行例行檢查時，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。後續於 105 年 1 月 6 日本局召開放射性物料臨時管制會議，對於本次事件於 105 年 1 月 7 日開立注意改進事項，要求核二廠減容中心之設備維護、品質查證應納入核能電廠營運管理體系，並要求落實值班人員之管理及訓練，以強化工作紀律。
改善情形：核二廠減容中心已於 104 年 11 月完成設備維修，另對本項注意改進事項已採行之改正措施主要有：(1)新增運轉人員訓練 30 小時並於 105 年 12 月訓練完畢；(2)已於 105 年 12 月新增 2 名運轉人員；(3)縮短驟冷器噴槍更換週期；(4)焚化系統設備元件維護、品質查證已於 105 年 12 月納入核能電廠營運管理體系。本案核二廠承諾之改正措施雖多已完成，惟因其「焚化爐電氣與儀控」精進案尚未完成，故本案尚未結案，本局已將其列為後續檢查追蹤事項。
2. 本局於 1 月執行例行檢查，發現核二廠 2 號低放射性廢棄物貯存庫發生堆高機不慎碰撞消防灑水器而漏水之事件，經廠內值班人員隨即通知輻防人員及消防人員處理後，未造成任何污染，電廠當日亦通報本局該件異常事件。

改善情形：廠方立即清理地面積水，經水樣分析結果無污染(活度分析小於儀器最低可測值)，漏出之水未流出外界及廢棄物桶儲存區，所產生之廢水送廠內雜項廢液處理廠房處理。

本局除要求廠方提出事件之檢討報告，後續核二廠對於該名操作人員已加強訓練，並編製宣導資料，要求各工區堆高機駕駛員執行作業時，應依據電廠相關標準作業流程進行廢棄物桶的搬運，且每一動作需先環視作業環境(尤其視線死角處)，始可操作。

3. 本局 2 月執行例行檢查，查核二廠廢液控制室，當日值班人員皆有正常出勤，經查閱工作日誌，無發現異常情形。有關例行的清潔劑槽 B 槽排放作業，值班人員皆有簽送排放單，並經環化組取樣分析核種活度及保物組量測後，才進行排放，符合規定。

4. 核二廠減容中心焚化爐於 105 年 3 月 29 日停爐後，進行運轉 90 天清灰與檢修時，發現焚化爐爐磚裂縫、袋式過濾器底部鋼板酸性腐蝕與濾袋受損情形。本局查證焚化爐運轉期間，流程輻射監測器之排放濃度正常，廠房之區域輻射監測器亦正常，並未有異常升高，對人員或環境未造成任何影響。

改善情形：核二廠除聘請「工研院」專家協助安全評估並提出建議修繕方案外，另邀請「核三廠」具焚化爐運轉經驗及維護的工作同仁協助肇因分析之探討，並派員至「原能會核能研究所」請益有關焚化爐運轉經驗及設備維護方面的技

術。核二廠參照各方專家的建議，已釐清肇因並完成設備之檢修(106 年 3 月完成)。

5. 本會輻防處年度檢查發現核二廠減容中心運轉值班同仁，以前往參加上課受訓之緣由，離開值班崗位。此舉不符合台電公司訂定之「核能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」之第十二點要求，本局於 105 年 3 月 4 日開立注意改進事項，要求核二廠減容中心加強運轉值班人員須堅守崗位之紀律，以確保核能電廠放射性廢棄物處理設施運轉之安全。

改善情形：核二廠查證該名同仁為核二廠協力廠商，因協力廠商於廠內辦理教育訓練課程，該名同仁於輪值期間於訓練紀錄上簽到，未參與訓練，另查證該名同仁確實依班表值班，並至管制區執行定期巡視及裝料作業，留有相關記錄。另核二廠已去函該協力廠商，嚴禁當值之運轉員參與訓練。核二廠正副主管及抽查小組、廢料處理組主管皆持續不定時抽查減容中心運轉值班人員出勤狀況，以確保焚化爐運轉安全，本局於 105 年 6 月 3 日函復同意結案。

6. 本局於 4 月執行 2 號機 EOC-24 機組大修放射性廢棄物營運檢查，在化學品查核方面，經廠方組成聯合化學品查核小組後，對於不符申請程序之化學品，獲得了有效的改善。惟經由線上查閱電廠之化學品及可燃物管制電子表單系統，發現申請單中，原先申請使用噴漆 30 瓶，然現場核對發現實際

使用之化學品項為調薄劑，與申請表單不符。

改善情形：廠方說明因使用單位同時申請該調薄劑及噴漆，其申請編號相近，導致作業人員將前述兩者化學品使用許可查證聯誤貼。廠方隨後已重新張貼正確之使用許可查證聯，並加強現場查核。

7. 本局 5 月執行雜項廢液系統之廢液排放檢查，廠方要求廢液在經過取樣槽廢液循環攪拌後的取樣數據，須經值班經理確認活度小於行政管制值($5 \times 10^{-7} \mu\text{Ci/ml}$)者，方才得以同意排放。在查閱 5 月 27 日雜項廢液工作日誌，發現取樣槽 B 槽的廢液活度經活性碳床後，其活度值仍有 $6.019 \times 10^{-7} \mu\text{Ci/ml}$ ，因其數據略高於行政管制值，要求廠方說明是否有再處理後才進行排放。

改善情形：電廠表示此廢液第一次經活性碳床處理後，其活度值有 $6.019 \times 10^{-7} \mu\text{Ci/ml}$ ，後續工程師將此批廢液經選擇性樹脂床除礦處理，並由取樣槽 C 槽循環攪拌後，重新取樣分析結果為 $2.683 \times 10^{-7} \mu\text{Ci/ml}$ ，其值已小於行政管制值($5 \times 10^{-7} \mu\text{Ci/ml}$)，確實符合合理抑低原則，廠方才准予排放。

8. 本局於 6 月 7-30 日執行 105 年度核二廠放射性廢棄物營運定期檢查，發現一號貯存庫「廢棄射源貯存紀錄表」內容與現場存放的 α 射源及 γ 射源數量不相符；另三號貯存庫部分區域於 105 年 2 月至 6 月間，其相對濕度於某些時段超出程序書訂定之 65% 標準，前述廢射源管理及三號貯存庫相對濕

度值缺失，本局於 8 月 4 日開立注意改進事項要求改善。

改善情形：射源存放數量與紀錄不符部分，經核二廠全面清查數量後，修訂「廢棄射源貯存紀錄表」紀錄送本局備查。另相對濕度值偏高部分，核二廠全面檢修貯存庫空調，另於 1F 檢整區增設工業用除濕機，並要求工作人員縮短貯存庫屏蔽門開啟時間，經上述改善措施後，貯存庫之貯存區與檢整區相對濕度均維持在 65% 以下，符合程序書要求之標準，本項注意改進事項本局於 11 月 8 日同意結案。

9. 本局於 7 月執行例行檢查，查核廢料控制室的廢液儀表紀錄紙中，發現濃縮器 A 串的水位有跳動的現象。經與廠方人員討論後，此為濃縮器 A 串處理廢液所造成的騰帶現象。為確認此現象之原因，要求廠方進行測試觀察。

改善情形：電廠於隔日即再啟動 B 串觀察，因 B 串無此騰帶現象，廠方認為係儀器設備影響所致。經調整補水控制閥之靈敏度，使其補水速度能追隨到水位訊號，並能穩定收斂控制。當再次啟動 A 串後，證實經調整補水控制閥之靈敏度後，已無發生騰帶現象。

10. 本局 8 月執行減容中心廢液處理情形及週邊水樣監測結果查核，經查核二廠減容中心焚化爐製程廢液均先於減容中心之廢液貯存槽暫時貯存，至一定量後再批次運送至核二廠內之雜項廢液處理系統進行處理，不會直接排放至廠界外。另為確認減容中心廠房週圍水溝是否有放射性核種，本局要求廠

方取水樣及土樣(各 1 點)進行分析。分析結果顯示水樣未偵測出任何放射性何種，土樣僅含天然核種。另減容中心定期每周針對周圍 4 個集水坑進行水樣取樣分析，查證 105 年之資料，均未測得人工核種。

11. 本局於 9 月執行一號、二號及三號低放廢棄物貯存庫內固化廢棄物桶貯存現況例行檢查，經查閱電廠每季執行的 55 加侖廢棄物桶堆置檢查紀錄表，總計共有 130 桶固化桶有出現變形銹蝕。另 83 加侖固化桶，在執行整桶計測時，發現計有 24 桶出現局部銹蝕。本局依據「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第十八條規定，於 105 年 9 月 9 日發函要求台電公司核二廠提出檢整計畫，並於報請核准後實施檢整作業。

改善情形：台電公司於收到本局函文後，於 105 年 11 月 8 日提報「核二廠低放射性劣化固化廢棄物桶檢整計畫」給本局審查，目前辦理審查作業中。

12. 本局執行 10 月例行檢查時，查證電廠執行廢液過濾除礦器 (F/D)B 組的吊修及效率試驗，其吊修完成後所做的效率試驗中，結果平均效率僅有 61.7%，未達電廠程序書規定在原水濁度小於 5 NTU 時，平均效率需達到 80%以上之要求，故此次效率試驗判定為不合格，本局要求電廠需擇期重做。

改善情形：經本局要求改善後，電廠於 10 月 24 日再次重新執行過濾除礦器 B 組的效率試驗，因此次原水濁度所測為

9.82 NTU 大於 5 NTU，依程序書規定平均效率需達到 90% 以上方為合格。經執行後，此次效率試驗為 94.5%，判定為合格，符合要求。

13. 執行 11 月例行檢查時，確認「核二廠減容中心低放射性廢棄物焚化爐改善案」已於本月完成發包，另減容中心之超高壓壓縮機於 11 月 4 日開始維修，工期預計 90 天完成。最後複查「105 年核二廠廢棄物營運定期檢查」發現 2 號貯存庫外圍照明燈損壞改善情形，因廠方承諾將於 11 月 30 日前更換完畢，經 11 月 18 日至現場檢查均已改善完成，並更換為 LED 照明燈。

14. 12 月執行三號貯存庫高性能混凝土處置容器封蓋填縫系統缺失改善進度之追蹤檢查，本局管制事項為：(1)無法在自動模式下進行單個 HPCC 桶測試，須以手動測試。(2)封蓋時無法確實定位，需以人工目視調整。(3)往橫移輸送帶之氣動閥功能異常，致使整個桶身晃動。(4)HPCC 桶到達二號輸送帶末端處未能自動停止。

改善情形：本局視察員要求廠方現場使用 HPCC 空桶進行測試，流程包括：先以電廠特製夾具將 55 加侖桶裝入 HPCC 桶→將 HPCC 桶吊掛置於封蓋填縫系統的 1 號輸送機→經過 HPCC 桶封蓋→HPCC 桶填縫→HPCC 桶填縫後，最後停止於 2 號輸送機末端，再吊掛置於地面。

本次測試結果管制事項第 2、3、4 項已改善完成，另管

制事項第 1 項因系統僅設定同時裝載 3 桶 HPCC 桶系統才能運作，爰同意廠方以裝載 3 桶方式於自動模式下測試，後續順利完成封蓋。

肆、未來管制重點

核二廠 105 年整體低放射性廢棄物營運狀況符合法規要求，除減容中心焚化爐停爐檢修與超高壓縮機停止運轉之不可抗力之原因，使得可燃與可壓廢棄物處理量降低，其餘低放射性廢棄物年產生量可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停爐之檢修。
2. 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。
3. 廢液控制監視系統半數位化後之運轉狀況。
4. 放射性廢液處理系統之異常洩水管控。
5. 低放射性廢棄物桶之整桶量測及核種分析作業查證。
6. 2 號及 3 號低放射性廢棄物貯存庫 10 年再評估後之改善情形。
7. 低放射性劣化固化廢棄物桶檢整作業之檢查。
8. 各類放射性廢棄物抑低產量之目標值掌控。
9. 放射性廢棄物營運之自主管理及核安品保稽查。

10.機組大修期間之放射性廢棄物營運檢查。

伍、結論

105 年度本局對於核二廠共執行了 10 次例行檢查、1 次年度定期檢查及 1 次機組大修放射性廢棄物營運檢查。本年度檢查結果並未發生重大核安與輻安事件，未開立違規事項。部份未涉及安全之作業疏失，開立 3 件注意改進事項，要求廠方應依相關作業規定進行改善。另本局對於 105 年度核二廠之重要檢查發現，提出該年度之檢查經驗回饋，以作為往後檢查作業之參考依據。

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、乾式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。

有關電廠機組大修作業，在廠方加強大修期間自主管理下，完成乾式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。