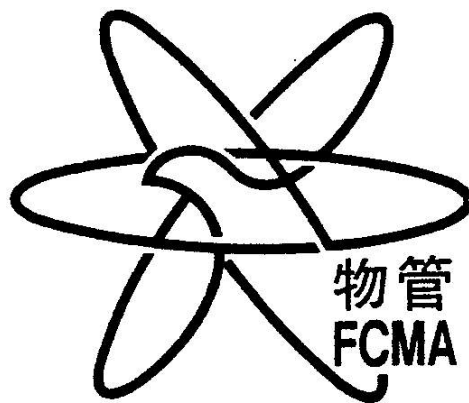

103 年台電公司核能二廠 放射性廢棄物營運管制年報



行政院原子能委員會 放射性物料管理局

日期：104 年 4 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	13
伍、結論	14

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 103 年度各類放射性廢棄物統計，共產生固化廢棄物 51 桶(均為廢液淨化殘渣)、脫水樹脂 440 桶、可燃廢棄物 569 桶、可壓廢棄物 104 桶、污染廢油 41 桶、廢保溫材 267 桶與爐心元件 2 桶，總計產生固化廢棄物 51 桶與非固化廢棄物 1423 桶(如表一)。103 年底總貯存量為 52,342 桶，較去年總貯存量 51,025 桶增加 1317 桶，扣除無法抑低的脫水樹脂產量 440 桶，以及核一廠可壓廢棄物送減容中心處理產生之 76 桶壓縮套桶，其餘廢棄物的倉貯總增加量為 801 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。

表一：103 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	51	440	569	104	41	267	2

減容中心焚化處理可燃放射性廢棄物 141,802 公斤，焚化後產生灰渣共 12,387 公斤，以 180 公升鋼桶盛裝共 125 桶，其中包含爐底灰 86 桶、飛灰 39 桶；壓縮處理可壓放射性廢棄物 51,529 公斤，以 180 公升鋼桶盛裝共 572 桶，壓縮後產生 114 桶壓縮餅，以 55 加侖鍍鋅鋼桶盛裝，存放於 3 號貯存庫。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，103 年度廢液日平均飼入量為 38,606 加侖，為終期安全分析報告設計值之每日 76,520 加侖的 50.5%；其中低導電率廢液為 29,549 加侖，占全部的 76.54%，高導電率廢液為 9,057 加侖，占全部的 23.46%；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。

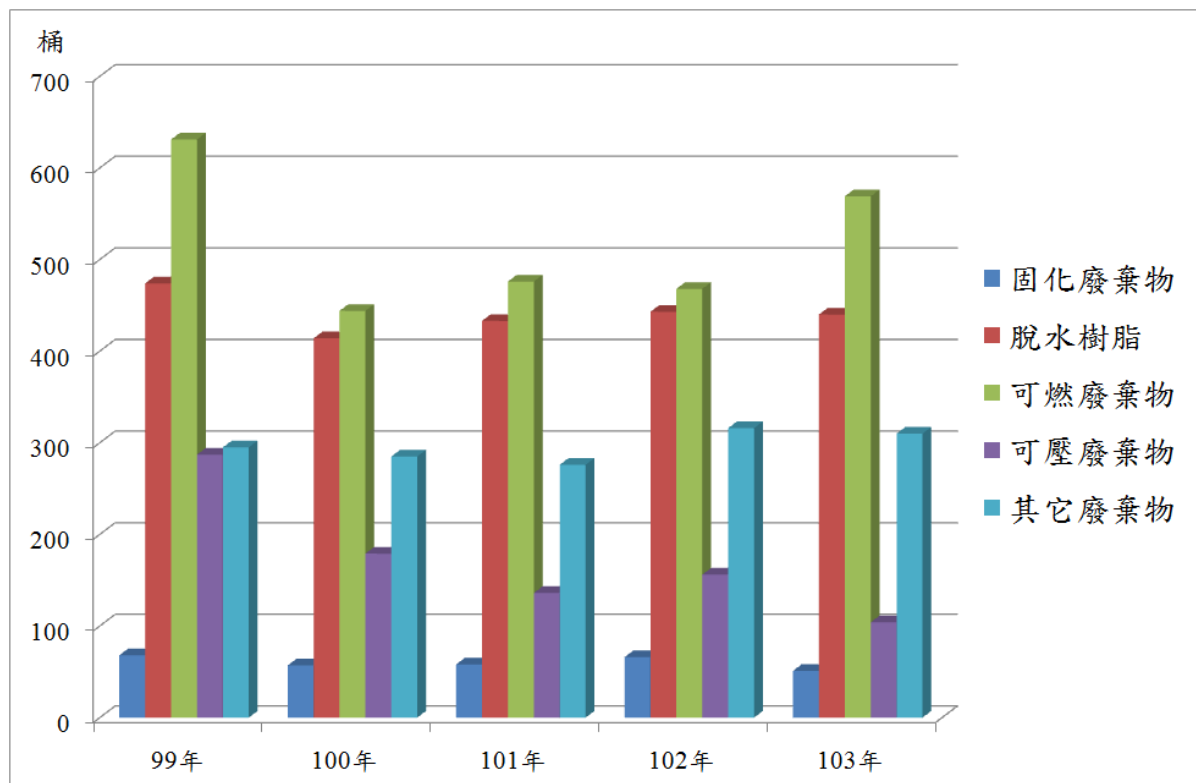
表二：核二廠近 5 年廢液日平均飼入量及回收率

年度	99	100	101	102	103
日平均飼入量(GPD)	45,478	42,186	44,311	42,588	38,606
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
99	68	474	631	287	295
100	57	414	444	179	285
101	58	433	476	136	276
102	66	443	468	156	316
103	51	440	569	104	310



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，103 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。因核二廠 1 號機 EOC-23 與 2 號機 EOC-23 機組大修

作業均於本年度執行完成，兩次大修作業產生了較多的可燃廢棄物，導致可燃廢棄物的產量較往年為多。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。

103 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。103 年度核二廠放射性廢棄物處理及貯存設施均未發生重大異常事件，未開立違規事項。惟對於部份未涉及安全之作業疏失，開立 2 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. 103 年 1 月執行核二廠例行檢查，發現減容中心送雜項廢液廠房處理之廢水，驗出碘-131，比活度 255 Bq/l，超出雜項廢液廠房之接收標準 74 Bq/l。因此造成雜項廢液處理系統極大的負荷，導致該系統三天內無法接收處理其他設施產生之廢水。追查其原因為 1 號機機組大修，反應器廠房所產生的可燃廢棄物直接送減容中心焚化處理，未暫存等待短半化期

核種衰減，致使當時減容中心產生的廢水活度超過標準。對此，已開立注意改進事項 FCMA-103-2-001，要求廠方檢討作業流程，以避免影響雜項廢液廠房的處理效能。

改善情形：經本局要求改善後，核二廠已於 5 月修改相關程序書及作業流程，往後機組大修剛產生的可燃廢棄物須先暫存 3 個月，並經過偵測確認活度後，才可送減容中心焚化處理。且若經偵測發現減容中心產生的廢水活度超出接收標準，將要求焚化爐立即停止投料，待查明廢水活度異常的原因後，才可繼續焚化處理可燃廢棄物。

2. 2 月執行例行檢查，發現減容中心焚化爐在進行停爐清灰作業時，從螺鑽機間隙清出 5.2 公斤的鐵絲。追查原因為當期處理的廢料包，有數包可燃廢棄物未進行破碎，且內含大量不可燃的鐵絲線圈。依照作業流程，廢料包在投料焚化前，應先經過 X 光機檢測確認內容物有無金屬雜質及其破碎情形，若發現不合格之廢料包應立即挑出。因此，若會從爐本體清出大量鐵絲，顯示廠方投料前的 X 光檢測作業未確實執行，故對此開立注意改進事項 FCMA-103-2-002，要求台電公司查明該批廢料包來源，並落實可燃廢棄物投料前的 X 光檢測作業。

改善情形：經台電公司清查發現，該批可燃廢棄物為核一廠產生的袋式過濾器廢棄濾袋，應是負責破碎作業的人員疏忽，未確實執行分檢及破碎作業，即送減容中心焚化處理；

將檢討破碎作業的人員管理措施，以避免類似情事再次發生。減容中心亦檢討 X 光檢測流程，要求現場作業人員應逐一確認，以避免發生視而不見之情事。本案注意改進事項已於 5 月完成改善，並辦理結案。

3. 3 月執行例行檢查，發現廠方為檢修減容中心上游之消防水管，暫時切斷減容中心的消防供水，導致檢修期間減容中心無消防水源可用，然而廠方卻未採取因應措施，焚化爐亦照常投料運轉。幸好減容中心當時未發生火災事故，否則廠方將難以立即應變。經查閱減容中心安全分析報告、意外事件應變計畫及相關程序書，均未提及消防水源斷絕時的因應措施，故要求廠方檢討相關作業程序，並提出因應方案。

改善情形：經本局要求後，核二廠已於 5 月修改相關作業程序書，未來若發生消防水源無法供應的情形，焚化爐將立即停止投料，廠方亦會出動一部消防水車前往減容中心待命，以因應不時之需，直至消防水源恢復供給。

4. 4 月執行放射性廢棄物處理系統設備檢修專案檢查，發現廢液處理系統的各項儀控設備均確實完成校正作業，校正結果亦均未超出容許誤差，且人員核章確實。惟少數設備之校正紀錄卡，其校正標準及單位與對應之程序書不一致，對此已要求廠方改善，並針對校正標準不一致之設備，重新進行校正作業。

改善情形：廠方儀控組表示，有時因現場設備的更新，會造

成儀控設備的校正標準跟著改變，若未一併修訂相關程序書之校正標準，將導致現場設備的校正紀錄卡與對應之程序書內容出現不相符之情形。經本局要求改善後，核二廠已於5月完成相關程序書內容之修正，並就校正標準不一致之設備，重新進行校正工作。

5. 5月執行103年度定期檢查，發現減容中心及各貯存庫之消防設備，其實際配置情形與對應之消防設備佈置圖有些微差異，且少數消防設備的維護情形不甚良好；減容中心未建立喪失外電時之緊急應變措施，以及停電期間，各輻射監測設備能否正常運作之確認機制；各貯存庫之區域輻射偵檢器未建立定期巡視機制，少數設備偶有故障當機之情形。對於上述之檢查發現，均已於定期檢查後會議中提出，要求廠方改善，並列為會議決議事項，以利追蹤後續改善情形。

改善情形：經本局要求改善後，核二廠已依據現場消防設備之實際配置情形修正消防設備佈置圖，並就保存狀況不佳之消防設備，完成設備保養及修復工作；建立減容中心喪失外電時之緊急應變措施，並設立輻射監測設備之緊急電源，以確保停電期間，各項輻射監測設備可正常運作；完成修復各貯存庫故障之區域輻射偵檢器，並建立定期巡視機制，每週查證區域輻射偵檢器之運作狀況。經本局人員於6、7月複查確認，全數缺失均已完成改善。

6. 6月執行例行檢查，發現雜項廢液處理廠房正在進行管線油

漆粉刷作業，少數設備之閥牌遭到油漆汙染，導致閥牌上的設備編號模糊不清，難以辨識。故要求廠方全面清查雜項廢液處理廠房之設備閥牌，並就遭到油漆汙染者進行清潔或更換新品。

改善情形：經本局要求改善後，核二廠已於 7 月完成雜項廢液處理廠房管線閥牌之清潔與更新作業，相關設備之編號均可清楚辨識。

7. 7 月執行例行檢查，發現廢料廠房控制室的廢液監視系統電腦，在過去一個月間多次出現數據遺失，電腦硬碟查無紀錄之情形。經瞭解原因為廢液監視系統電腦主機老舊，內部記憶卡老化，導致近期開始出現電腦當機之情形。因當機期間，各項廢液處理系統之運轉數據均無法記錄留存，導致查閱歷史紀錄時，會發現部分資料遺失之現象。

改善情形：經本局要求改善後，廠方已於 8 月從庫存找出記憶卡備品，並完成零件更新工作，廢液監視系統電腦已可順利運作。另因機型老舊，市面上已無法購得同型記憶卡，且庫存備品已所剩無幾，故核二廠開始著手規劃廢液監視系統的設備更新作業，規劃將目前舊型類比式的廢液監視系統全面數位化。

8. 8 月執行例行檢查，發現雜項廢液處理廠房的加壓空氣上浮槽後方地面出現小片積水，並造成鋪設於該處地面的電氣管線發生鏽蝕情形。由於當下無法判斷積水來源，故要求廠方

查明地面積水原因，並針對鏽蝕管件進行保養。

改善情形：經廠方清查發現，該處地面積水原因為，旁邊的加壓空氣上浮槽在送料初期，會暫態出現極大壓差，導致待處理的廢水偶爾會從加壓空氣上浮槽噴濺出來，並造成附近地面積水。對此核二廠已於 10 月完成鏽蝕管件的保養工作，並於加壓空氣上浮槽送料口上方加裝擋板，以阻隔設備運作初期噴濺的水花。

9. 9 月執行核二廠 2 號機第 23 次機組大修放射性廢棄物營運檢查，發現本次大修期間有機化學品管控成效不甚良好。少數化學品之申請名目與實際攜入管制區之化學品項不相符；部份化學品之實際使用區域與申請使用區域不一致；部分化學品申請使用期限已過期，卻未將其攜出並辦理結案作業。對此本局已於 10 月的機組大修視察後會議中提出，要求廠方全面清查廠房內積存之化學品，並針對化學品申請名目與實際使用情形不一致之情事，一併提出化學品清查結果暨改善說明報告，提送本局備查。

改善情形：經本局要求後，廠方於 12 月完成清查改善，並提送本局「核二廠 2 號機 EOC-23 化學品管制缺失改善報告」。廠方於機組大修結束後進行化學品的全面清查作業，並清出 15 項逾期未結案之化學品；檢討現行的化學品管控機制，成立化學品聯合稽核小組，將運轉組、工安組、保健物理組與廢料處理組一同納入稽核成員中；加強作業現場的

查核頻次，並落實相關罰則。對於廠方提出之改善措施，本局將於下次機組大修作業查證其改善成效。

10.11 月執行例行檢查，針對放射性廢棄物處理設施運轉人員六年換照作業，與現場作業人員進行訪談，發現台電公司人員均依規劃接受換照所需之人員訓練，對於換照所需之再訓練時數並無困難。然而，於核二廠工作的包商員工卻因無法離開工作崗位，無法跟台電公司人員一樣接受相同訓練，一旦證照到期，他們將因再訓練時數不足，無法更換運轉人員證照。對於現場作業的包商人員所遭遇之困難，本局已洽台電公司主辦運轉人員訓練之部門，協助解決運轉人員再訓練及換照作業。

11.12 月執行例行檢查期間，查證混凝土桶重裝作業情形。核二廠為處理部份固化不良桶，由核能研究所開發新的混凝土盛裝容器，經本局審查核准使用後，廠方於 12 月開始進行第一批混凝土桶的重裝工作。檢查發現整個作業過程(包含前處理、運送、上蓋及固封等作業)均符合規定，混凝土桶重裝工作順利。為確保混凝土桶重裝作業品質，要求廠方訂定標準作業計畫，並提報本局備查。

肆、未來管制重點

核二廠 103 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。
2. 廢液控制監視系統數位化之作業進度。
3. 放射性廢液處理系統之異常洩水管控。
4. 廢保溫材之核種分析及解除管制作業查證。
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

103 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。檢查結果，放射性廢棄物處理貯存設施未發生重大異常事件，惟對於部份未涉及安全之作業疏失，開立 2 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。