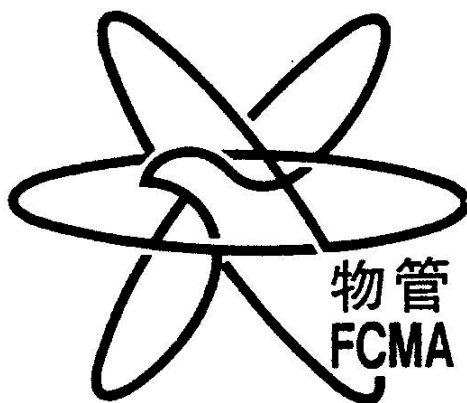

104 年台電公司核能三廠 放射性廢棄物營運管制年報



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	16

壹、前言

為督促核三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)針對核三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期間進行大修檢查。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查證。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：每月各類放射性廢棄物產量、放射性廢液飼入量與排放量、各貯存區及貯存庫之貯放情形等資

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、化學廢液之收集、處理與回收等處理設備。
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. 巡視放射性廢棄物相關處理系統、廠房、貯存區等，瞭解並掌握各設施之放射性廢棄物營運情形。
2. 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。
3. 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。
4. 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。

5. 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。
6. 當放射性廢棄物營運設施發生異常事件時，進行調查、回報、處理及後續追蹤。
7. 嚴謹審查核三廠放射性廢棄物營運之各項申請案。
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

核三廠 104 年度各類放射性廢棄物統計，共產生固化廢棄物 42 桶，脫水樹脂 55 桶，可燃廢棄物 86 桶，可壓廢棄物 22 桶，污泥 10 桶與廢過濾芯 2 桶，總計產生固化廢棄物 42 桶與非固化廢棄物 175 桶(如表一)。104 年底總貯存量為 8,599 桶，較去(103)年總貯存量 8,488 桶增加 111 桶，扣除無法抑低的脫水樹脂產量 55 桶，其餘廢棄物的倉貯總增加量為 56 桶，符合本局自 102 年度開始實施之產量管制目標值(核三廠 250 桶)之要求。

表一：104 年核三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	污泥	廢過濾芯
年產量	42	55	86	22	10	2

另有可燃放射性廢棄物送焚化處理 156 桶，處理產生爐底灰 18 桶、飛灰 33 桶。與正常運轉狀態下，爐底灰桶數應略多於飛灰桶數相比，飛灰產量有明顯偏高的情形。經查證原因為前爐膛噴油嘴堵塞，導致部份可燃廢棄物焚燒不完全，進而造成飛灰數量的增加。對此，核三廠已於今(105)年初完成焚化爐噴油嘴之清潔作業，相信今年度焚化產生之飛灰比例應可有效降低。

在放射性廢液處理系統方面，104 年度廢液飼入總量為 1,304,292 加侖，平均每日廢液飼入量為 3,573 加侖，遠低於終期安全分析報告設計值之每日 9,450 加侖。有關核三廠近 5 年廢液日平均飼入量之比較如表二，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：核三廠近 5 年廢液日平均飼入量

單位：加侖/日

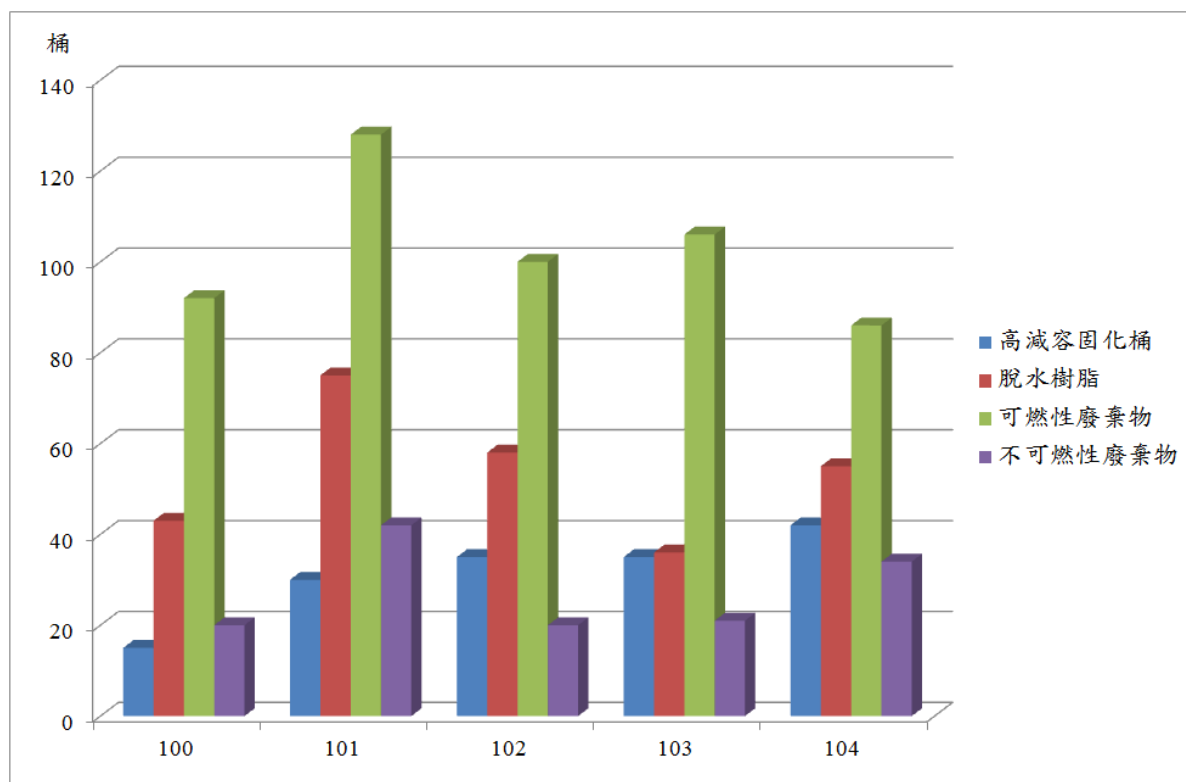
年度	100	101	102	103	104
日平均飼入量	3286	4091	3655	3145	3573

表三：核三廠近 5 年各類廢棄物產生量

單位：桶

年度	高減容固化桶	脫水樹脂	可燃性廢棄物	不可燃性廢棄物
100	15	43	92	20
101	30	75	128	42
102	35	58	100	20

103	35	36	106	21
104	42	55	86	34



圖一：核三廠近 5 年各類廢棄物產量圖

由統計圖表可發現，104 年的高減容固化桶產生量與過去 4 年相較，有些微增加的情形，原因為本年度核三廠共進行了兩次機組大修，且兩次大修期間均有執行爐水除砂作業，進而導致固化桶產量較以往為多。至於廢液飼入量及其他廢棄物之產生量，與過去 4 年相比並無明顯變化。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、2 次機

組大修放射性廢棄物營運檢查及 1 次焚化爐維護品質專案檢查。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 2 份機組大修放射性廢棄物營運檢查報告、1 份定期檢查報告、9 份例行檢查報告及 1 份焚化爐維護品質專案檢查報告。104 年度核三廠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。有關核三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、熱減容處理、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. 104 年 1 月例行檢查作業發現，核三廠在執行計畫性斷電作業前，未確實通知廢料處理組做好預先準備，導致低放射性廢棄物貯存庫在運轉狀態下突然斷電，並造成其中一部控制電腦故障損壞。對此已要求廠方改善內部溝通機制，以避免設備無預警停機造成故障損壞。

改善情形：貯存庫控制電腦故障期間，有備用電腦暫時支援，可維持貯存庫的正常運轉作業，損壞的控制電腦亦於 2 月完成修復。另廢料組已告知負責電廠供斷電之部門，要求斷電前務必先行通知，以預做準備。

2. 2 月例檢期間查證高減容固化作業過程，發現作業程序均符合高減容固化流程控制計畫書之規定，固化桶品質亦無異常。惟作業完成後的設備清潔工作，一名現場作業的包商員

工，在未配戴塑膠手套的狀態下，徒手接觸清洗下來的輕微污染廢水。在發現這個狀況的當下，即要求該名員工停止作業，清潔雙手並經過偵測後，確認並無污染附著之情形。對此，本局已開立注意改進事項 FCMA-104-3-2001，要求電廠加強輻射工作人員的輻防觀念宣導，落實新進員工的輻防教育，並於輻射工作前確實檢查工作人員之衣著狀態，以保護作業人員之輻射安全，避免不必要之污染。

改善情形：經電廠調查後發現，該名員工為新進的包商人員，因不熟悉輻射作業相關規定，不慎接觸到輕微污染廢水；該員年輕包商已於 3 月離職，離廠前執行全身計測結果，確認未發生身體污染之情事。廠方亦承諾未來輻射作業前的工具箱會議，將加強宣導輻防觀念，並確認作業人員之著裝情形，以避免再次發生類似情事。該注意改進事項 FCMA-104-3-2001 已於 104 年 4 月完成結案。

3. 3 月例檢期間查閱低放射性廢棄物貯存庫廢棄物桶核種偵測紀錄，發現多桶量測結果均測無主要放射性核種鈷-60，有違常理，另有少數廢棄物桶查無核種活度偵測紀錄。因核三廠的核種活度偵測作業，僅能以單一角度量測廢棄物桶活度，若熱點(hot spot)位於偵測面的背面，則有可能偵測不到，導致量測結果出現誤差。故要求廠方改善廢棄物桶偵測作業機制，並就偵測結果核種異常之廢棄物桶進行重新偵測，以修正核種活度偵測紀錄；清查缺漏的廢棄物桶偵測紀

錄，並補齊缺少的核種活度偵測結果。

改善情形：針對廢棄物桶偵測作業流程，廠方已於作業線上新增旋轉台，在執行核種活度量測作業時，桶身會定速旋轉，使偵測儀器可確實量測到廢棄物桶的各個表面，如此將可避免發生熱點未被偵測之情事，抑低偵測結果之誤差。廠方於修正作業流程後，已於 5 月完成核種異常廢棄物桶之重新偵測工作，並修正核種活度偵測紀錄。有關少數廢棄物桶查無核種活度偵測紀錄的部份，經廠方清查發現，原因為負責記錄之人員遺漏，未確實將完成核種活度偵測之廢棄物桶紀錄鍵入貯存庫控制電腦中。對此，廠方亦已於 5 月將缺少的資料補齊，並將加強電腦紀錄之比對驗證工作，避免類似情事再次發生。

4. 4 月份配合核能管制處執行 1 號機 EOC-22 大修檢查，發現少數攜入廠房管制區內之化學品，申請使用區域與實際使用區域並不相符之情形。因不同的化學品有不同的火載量(fire loading)，各廠房管制區之火載量管制限值亦不相同，如此將有管制區火載量管制及消防安全之疑慮，故要求廠方改善化學品攜入攜出管控機制。

改善情形：廠方承諾未來的機組大修作業，在申請化學品攜入時，將要求確實標示使用區域，現場工安管理員亦會加強化學品稽核作業，確認現場使用之化學品是否與申請使用地點一致，以落實化學品攜入攜出管控作業，保障廠房管制區

之消防安全。

5. 5 月例檢期間適逢焚化爐執行兩年一度之設備檢修作業，查證本次檢修作業之人力配置，發現近兩年來負責焚化爐運轉維護作業之廢料處理組熱減容課成員出現大幅變動，當前的熱減容課人員多數沒有參與焚化爐設備檢修之經驗。為確保焚化爐設備維護品質，已要求廠方將具有焚化爐維護經驗之人員納入本次維護作業人力中，或強化焚化爐維護經驗回饋，以協助檢修維護作業順利執行。另比對焚化爐管線管壁測厚規劃與對應之 P&ID 圖面，發現少數管壁測厚位置之描述與 P&ID 圖面不一致，有誤導現場作業人員之虞。對此已要求廠方清查比對管壁測厚規劃內容與對應之 P&ID 圖，並修正錯誤之敘述。

改善情形：經廠方清查比對焚化爐管線管壁測厚規劃與對應之 P&ID 圖面後，已將錯誤之規劃內容完成修正，並執行各項管線之管壁測厚作業。有關維護人力經驗不足之問題，廠方已由具焚化爐維護經驗之人員完成經驗回饋講習，並於焚化爐檢修維護過程適時給予建議，如此將可確保維護人力素質及設備維護品質。

6. 6 月例檢期間持續查證焚化爐設備檢修作業之執行情形。在巡視 PRM(流程輻射監測器)維護作業時，發現現場正在進行 PRM 冷凝器之洩水作業，現場作業人員之著裝符合相關輻安與工安規定，設備維護程序亦依據對應之程序書確實執

行。惟現場之禁止操作設備卻未掛上紅卡(禁止操作卡)以示警告，有違檢修維護作業流程之規定。

改善情形：經當場告知後，現場維護人員隨即取出紅卡掛上。經瞭解，因該設備之檢修維護工作簡易，僅需一個上午即可完成，掛、拆卡時間間隔短暫，致使現場維護人員便宜行事，未確實依規定執行設備掛、拆卡作業。對此已要求廠方務必遵守作業流程相關規定，不可因維護作業簡易而便宜行事。

7. 7 月份本局執行年度定期檢查，針對放射性廢棄物處理相關系統，如廢液處理系統、焚化爐作業與人員管理、廢棄物營運與減廢執行現況、高減容固化與水泥固化系統、廢棄物倉貯與乾性廢棄物管理等項目進行查核作業。檢查發現「每日廢液飼入量報表」與「廢控室廢液處理排放作業查核表」，少數日期的偵檢槽廢液排放量不一致。比對廢液監視系統電腦，發現紀錄數值錯誤者為「每日廢液飼入量報表」。因每日廢液飼入量數值是由液位變化量與廢液排放量計算而得，若排放量數值錯誤將連帶導致每日廢液飼入量數值錯誤。對此，已要求廠方修正報表錯誤數值，並檢討每日廢液飼入量之計算流程，以避免再次發生類似情事。

改善情形：廠方表示「每日廢液飼入量報表」之計算方式為當日 23 時 59 分與前日 23 時 59 分之液位差值，此計算方式如遇偵檢槽於同一天內排空又飼入時，會出現無法精算的盲

點，尤其在 LRS(廢液處理系統)運轉階段，偵檢槽蒸餾水餉入、排出作業頻繁時容易出現計算錯誤。廠方承諾未來在計算液位變化時，將先確認 24 小時內偵檢槽液位是否有轉折點，再做進一步計算以確保相關數值之正確性。有關紀錄錯誤之數值均已於 7 月底完成修正。

8. 8 月例檢期間，巡視廢料廠房控制室，發現兩名值班員先後前往現場處理異常狀況，造成廢料控制室短暫出現無人留守之情事；巡視焚化爐煙氣處理設備現場，發現引風機進口端彎管焊道出現破裂情形。針對上述檢查發現，本局開立注意改進事項 FCMA-104-3-2002，要求廠方檢討廢料控制室之值班機制，以及檢討焚化爐引風機進口端彎管焊道破裂原因，並修復該設備組件。

改善情形：針對廢料廠房控制室出現短暫空窗之情形，廠方已修改運轉值班程序書 104.1，要求值班人員在 BRS(礫回收系統)或 LRS(廢液處理系統)運轉時，若需短暫離開控制室，必須通知值班部門派員支援後，才可離開。有關焚化爐引風機進口端彎管焊道破裂一案，因管件破裂處位於袋式過濾器與絕對過濾器下游，流經該處之氣體均為清潔廢氣，並無污染擴散之疑慮。且廠方亦針對管件裂口處進行擦拭測試，確認並未發生輻射外洩之情事。針對破損組件廠方已完成設備更新，並修正焚化爐設備維護程序書 967.2，將焚化爐管件焊道之檢查列為兩年一度焚化爐檢修作業項目，並確實執

行。該注意改進事項 FCMA-104-3-2002 已於 105 年 2 月完成結案。

9. 9 月例檢期間查證焚化爐管件焊道修復進度及煙氣處理管線清查結果。檢查發現，除引風機進口端彎管焊道出現破裂情形外，引風機進口端三通管焊道亦出現輕微破裂之情事。顯示焚化爐於運轉十數年後，設備管件開始出現劣化情形。對此已要求廠方比照注意改進事項 FCMA-104-3-2002 辦理改善工作，並就焊道破裂之管件進行肇因分析，提出肇因分析報告與改善說明。

改善情形：損壞的引風機進口端三通管已併同引風機進口端彎管，完成組件更新作業。汰換下來的破損管件已送往工研院工材所進行肇因分析鑑定，鑑定結果肇因為酸氣累積造成的應力腐蝕破裂(TGSCC)。對此廠方表示將調整洗滌塔之氫氧化鈉濃度，嘗試降低後端管件酸氣累積之情形；每十年更換煙氣處理管線，以避免焊道破裂情事再次發生。

10. 11 月針對焚化爐管件焊道破裂之修復品質執行專案檢查。檢查發現焊道破裂之引風機進口端彎管與三通管，均未更換新品，而採用直接焊接的方式修補焊道破裂處。查閱相關的維護作業紀錄均未確實留存，設備檢修後確認焊接品質的非破壞檢測作業亦未確實執行，顯示維護品質不甚良好。對此，除已當下要求廠方針對破損管件進行設備更新外，亦於 11 月底召開的第 130 次放射性物料管制會議中，要求台電公司

核安處就核三廠焚化爐之運轉維護機制執行專案稽查，並提出稽查結果暨檢討報告。更甚者，於 105 年 1 月召開之臨時放射性物料管制會議中，要求核三廠將焚化爐之運轉維護作業，納入電廠營運管理體系內，廠方機、電、儀、修等維護部門及品質部門，應配合參與相關之維護、檢修、檢測與品質管控作業，不得出現管理死角。

改善情形：修復品質不佳之焚化爐管件均已於 105 年 1 月全數完成設備更新，核安處之專案稽查報告亦已於 105 年 2 月完成並提送本局。有關核安處與本局要求之改善事項，核三廠均已承諾積極改善，亦將列為本局後續管制之重點，持續追蹤其改善情形。

11.11 月至 12 月間，配合核能管制處執行 2 號機 EOC-22 大修檢查，發現自本次大修起，化學品攜入攜出管控系統與工安管制系統合併為 SFI 系統，並由該新系統負責此後的化學品攜入攜出管控作業。查證新系統之實施狀況，發現申請結案流程不盡完備，當化學品攜出時，是由物料管制中心的廢料組人員拆除化學品管制標籤，但線上申請系統的審核結案者卻為工安組，且雙方對於申請結案作業並未確實溝通及確認，導致可能出現化學品尚未攜出，申請系統卻已結案之情形。另發現 SFI 系統未比照舊化學品管控系統建立逾期稽催機制，未針對攜入管制區且即將到期或已逾期之化學品進行稽催，要求辦理結案或申請展期。

改善情形：廠方表示因新管制系統才剛上路，化學品的申請與攜入管制區後的流程管控，均尚需一段時間磨合，以有效落實化學品管制及火載量管控之機制；將會聯絡各使用部門與系統維護部門，針對本局之建議進行系統修正，以期精進化學品與火載量之管制作為。

12.12 月例檢期間查證台電公司線上核種活度資料庫數據與核三廠貯存庫廢棄物桶核種活度分析紀錄，發現民國 75 年產生的少數樹脂固化桶，其資料庫計算衰變後的核種活度與如今整桶計測獲得之核種活度，兩者差異極大，不僅核種種類不同，總活度的計算結果亦相差 8 至 9 個數量級。比對該批樹脂固化桶的取樣分析報表，發現仍與資料庫數據存在著相當程度的落差。

改善情形：廠方表示因無法確認當初資料庫建立時，核三廠固化桶核種活度資料之取得方式，僅能推測可能是資料庫電腦在擷取活度分析紀錄時出現錯誤，導致出現如此巨大的差異；將立即聯絡資料庫維護人員，商討如何修正資料庫內之錯誤數值；將一併清查早年產生之固化桶，是否亦存在類似問題，並一併進行資料庫之紀錄修正作業。

肆、未來管制重點

核三廠 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，有利於永續發展

目標，自主管理執行亦有相當成效。另外，本局對於例行、專案、定期與大修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. 低放射性廢棄物貯存庫之廢棄物桶搬遷作業查證。
2. 放射性廢棄物焚化爐設備組件維護品質與肇因分析查證。
3. 放射性廢液處理系統之運轉及異常洩水管控。
4. 各類一定活度或比活度以下廢棄物之解除管制作業查證。
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檢查。
8. 機組年度大修期間之放射性廢棄物營運檢查。
9. 化學品管控 SFI 系統之精進作為及改善成效查證。
10. 台電公司線上核種活度資料庫數據修正進度。

伍、結論

104 年度本局對於核三廠共執行了 9 次例行檢查、1 次年度定期檢查、2 次機組大修放射性廢棄物營運檢查及 1 次焚化爐維護品質專案檢查。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，但本局仍對於部份作業疏失，開立了 2 件注意改進事項，並要求廠方應依相關作業規定進行改善。

104 年度放射性廢棄物之處理、貯存、運送作業依據相關法

令及計畫書執行，且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硼酸液回收、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及焚化爐等後端減容設施，使該廠各類廢棄物年產量管控在目標值內，全年產量抑減表現有顯著成效。

在電廠兩部機組 EOC-22 大修作業期間，廠方於作業前嚴密規劃，並於大修期間嚴格自主管理下，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，另配合核安處駐廠安全小組積極執行核安品保稽查，使兩次大修放射性廢棄物營運管理整體品質與績效均為良好，並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，核三廠在嚴格管理與積極持續改善下，已確實做好系統洩水管制、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三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。