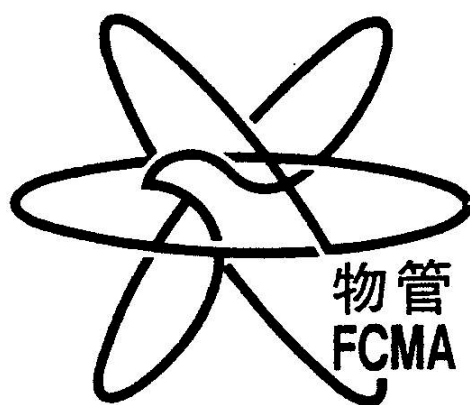

104 年台電公司核能一廠 放射性廢棄物營運管制年報



行政院原子能委員會 放射性物料管理局

民國 105 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、結語	14

壹、前言

核能電廠在運轉過程中，無可避免會產生一些含有放射性物質的廢液及固體廢棄物。由於這些廢棄物具有放射性，必須設有放射性廢棄物處理系統，並予以減量、減容，再加以安定化後妥善貯存。行政院原子能委員會放射性物料管理局(以下簡稱本局)為確保廠區外公眾安全，維護環境品質，避免放射性廢棄物對廠外民眾與環境造成影響，除嚴密監督各核能設施放射性液體與放射性廢棄物處理系統及貯存設施之運轉外，並依職責管制前述各項作業與設備。

此外，本局對核一廠依管制權責派員進行例行、專案、不預警及大修檢查外，每年均針對放射性廢棄物整體之營運管理，執行定期檢查及意外事件應變演練檢查，藉由嚴密檢查瞭解各處理系統長期運轉狀況、設備維護保養情形、減廢執行成效、倉貯與品保紀錄、追蹤注意改進事項或違規事項之改善及後續承諾執行狀況。檢查期間，檢查人員與現場操作人員及設施經營者皆充份交換意見，並經溝通檢討修正其相關作業，以增進放射性廢棄物之營運安全，防範異常事件之發生。

貳、管制作業

核一廠為處理、貯存其所產生之放射性廢棄物，設有放射性廢液處理系統、固化處理系統及放射性廢棄物貯存設施。另為確保上述系統及貯存設施運轉安全，防範意外事件之發生，本局管制方式除依放射性物料管理法第二十條之規定，要求該廠每月提報營運月報表予以審查外，並依規劃執行放射性廢棄物營運之例行檢查與定期檢查。此外，另視需要執行專案檢查及各類申請案之審查作業。104 年度本局執行核一廠放

射性廢棄物營運管制作業之重點如下：

- 一、 巡查放射性廢棄物相關處理系統、廠房、貯存庫等，瞭解與掌握各設施內廢棄物處理與貯存現況。
- 二、 檢查放射性廢液相關處理系統之操作情形、廢液飼入量、水質分析及洩水管制等，掌握其相關設備之營運動態。
- 三、 檢查各設施內重要放射性廢棄物處理系統之組件設備與管、閥等維護作業，是否依程序書進行作業。
- 四、 檢查廠內、外放射性廢棄物運送及貯存作業。
- 五、 查證放射性廢棄物處理設備之運轉作業，是否符合運轉程序書要求。
- 六、 核能機組大修作業時，針對放射性廢棄物收集分類及核能後端營運相關作業等，審視其工作之安全性。
- 七、 審查核一廠定期提報之「低放射性廢棄物每月產量報告表」、「廢液每月產量報告表」及「低放射性廢棄物每月貯存報告表」等文件，俾充分掌握放射性廢棄物營運管理狀況。
- 八、 管制與追蹤未結案之注意改進事項，以掌握該廠改善的進度，俾確保放射性廢棄物設施運轉的安全。

參、管制績效

一、放射性廢棄物產量管制

核一廠 104 年放射性廢液全年日平均飼入量為 85,431 加侖/日 (GPD)，高低於安全分析報告之設計值 73,600 GPD，此乃因一號機持續停機進行大修，需調節反應爐水位而洩水至廢料系統，對此，

本局持續監督廢液處理系統之運轉情形，期避免因廢液處理系統負荷增加而出現異常情形，結果處理作業與運轉設備未出現異常情形，此乃由於核一廠廢液處理系統為兩部機組各一套，可互為備用支援，足以處理因一號機持續大修所額外飼入之廢液（該廢液為低導電度之廢液）；而廢液處理系統總飼入之廢液中，低導電率廢液為 83,279 GPD(占 97.5%)，高導電率廢液為 2,152 GPD(占 2.5%)。放射性廢液年平均回收率為 99.81%，符合安全分析報告 90%以上之設計。

放射性廢棄物產量方面，104 年度共產生固化桶 63 桶（55 加侖桶，以下同）、脫水樹脂 252 桶、可燃廢棄物 378 桶、可壓廢棄物 215 桶、其他廢棄物 118 桶，共計 1,026 桶。核一廠近 10 年各類放射性廢棄物年產量統計如下表 1 及圖 1~3。

表 1. 核一廠近 10 年各類放射性廢棄物年產量統計表

(單位：55 加侖桶)

年度	可燃性廢棄物	可壓廢棄物	脫水廢樹脂	其他廢棄物	固化廢棄物	備 註
95	345	210	343	118	190	1 次大修
96	379	280	246	120	180	1 次大修
97	569	239	287	193	180	2 次大修
98	379	252	255	132	170	1 次大修
99	421	211	247	163	148	1 次大修
100	445	266	254	173	90	2 次大修
101	381	217	250	123	90	1 次大修
102	411	161	273	220	80	1 次大修
103	486	184	353	179	90	2 次大修
104	378	215	252	118	63	1 次大修

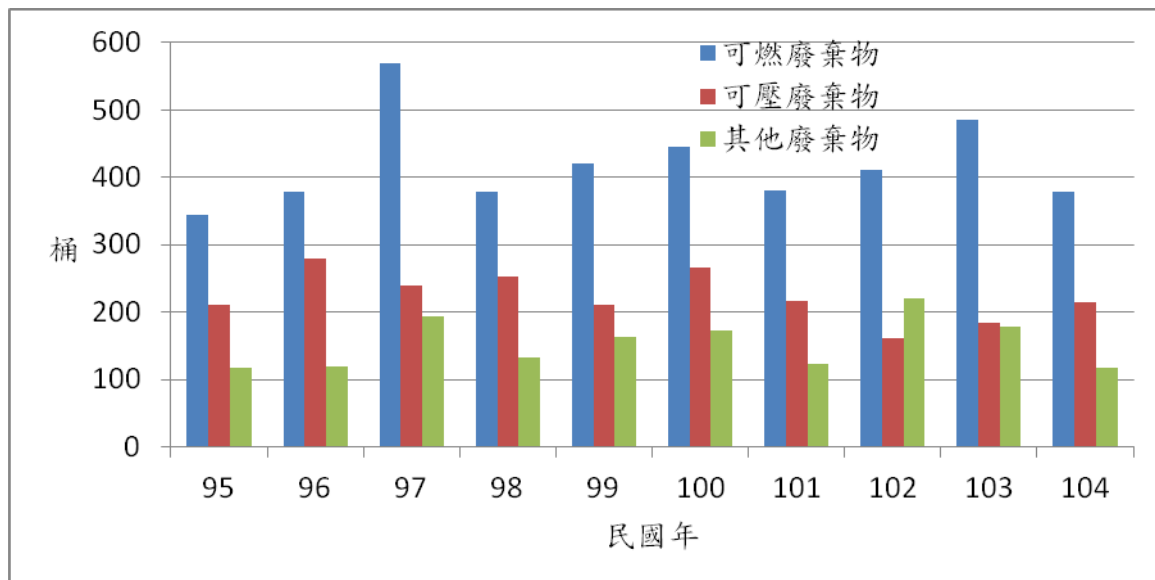


圖 1. 核一廠近 10 年的可燃、可壓及其他類放射性廢棄物年產量

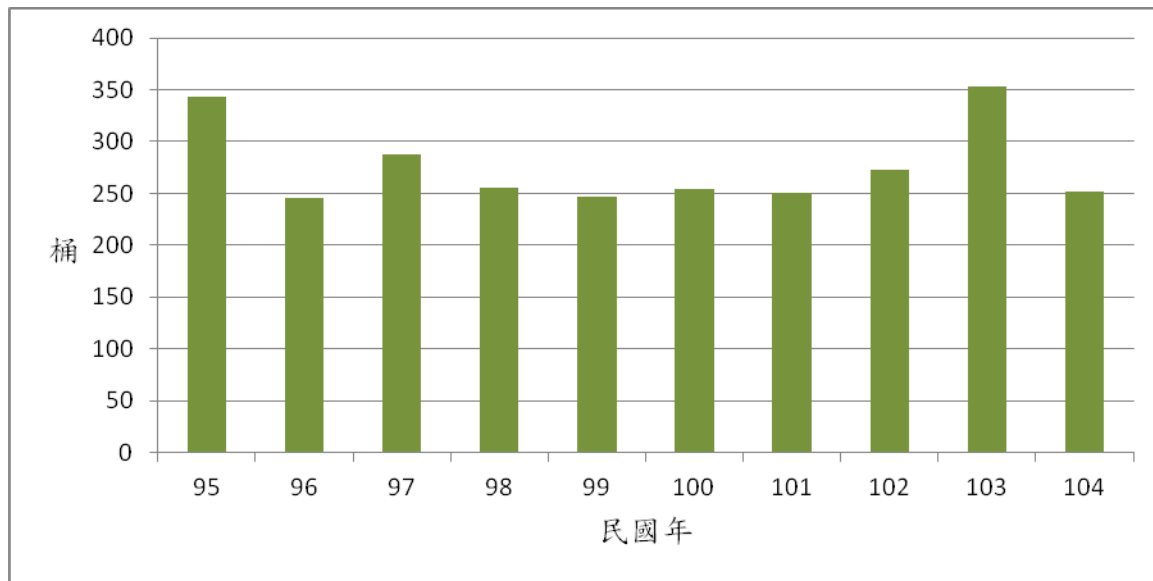


圖 2. 核一廠近 10 年的脫水廢樹脂年產量

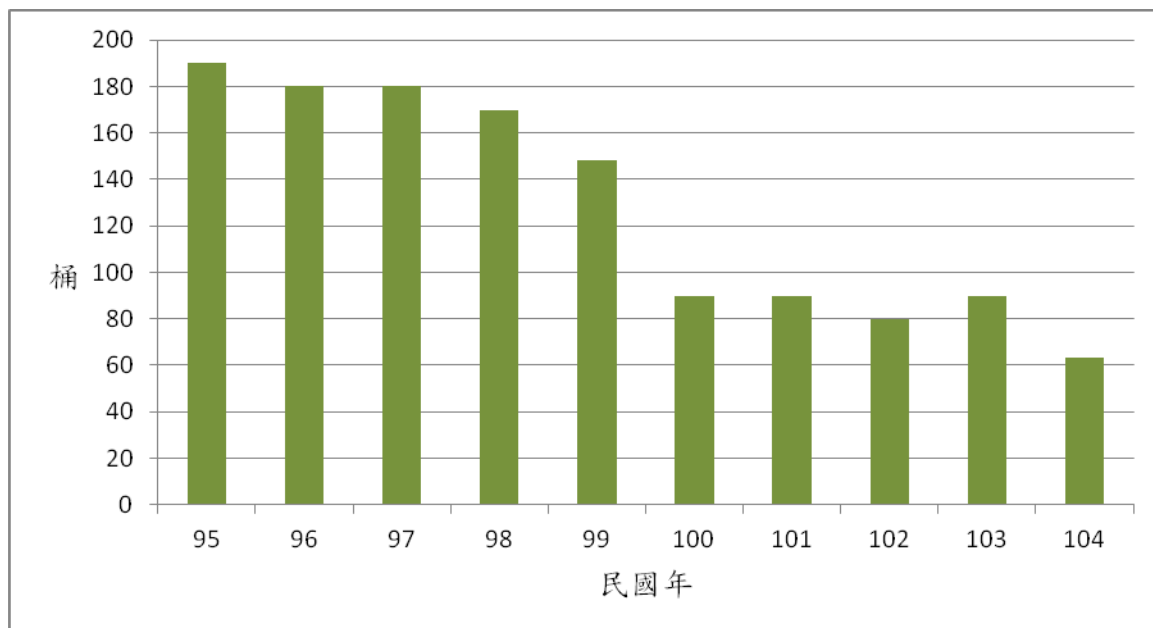


圖 3. 核一廠近 10 年的固化廢棄物年產量

二、營運作業檢查管制

本局的檢查管制作業分為例行檢查、專案檢查、大修檢查及定期檢查。本局依年度計畫派員對核一廠執行檢查，檢查項目包括處理系統管制、倉貯管制及運送檢查等。104 年共執行例行檢查 9 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、放射性廢棄物處理設備大修檢查 1 次、放射性廢棄物營運不預警檢查 2 次與放射性廢棄物運送檢查 4 次。有關 104 年檢查結果摘要分述如下：

1. 為查核核一廠內放射性廢棄物固化桶及廢樹脂桶之貯存情形情形，以 1 號低放貯存庫內之固定式吊車上的攝影機，檢查廢樹脂桶之貯存狀況。經抽查檢視民國 70 餘年至 103 年之廢樹脂桶，貯存情形皆良好，未有發現桶身鏽蝕或膨脹之情形發生。另核一廠程序書定有每年巡查固化桶與廢樹脂桶之要求，藉由廠方檢查紀錄查核廠方之檢查情形，結果發現 103 年度並無固化廢棄物桶每年巡視檢查之紀錄，要求廠方進行說明改善。

改善情形：廠方說明每年均有執行粒狀廢樹脂桶及固化廢棄物桶巡視檢查，而查無 103 年固化廢棄物統檢查紀錄表，乃因誤存於別的檔案夾。經再查證後，結果廠方確實有 103 年固化廢棄物統檢查紀錄，並已更正存放位置。

2. 低放射性廢棄物壕溝所貯存之廢料桶，已全數於 103 年 3 月底搬遷完畢，為確認壕溝清空後之維持情形，於壕溝區執行檢查，檢查發現廠方為避免誤入或人為破壞，壕溝區之鐵柵門有上鎖，鑰匙由附近之 1 號貯存庫輻防管制站人員保管；壕溝搬遷時所架設之取出單元結構仍完整、密閉良好，壕溝底部無積水，低放射性廢棄物貯存壕溝清空後維持情形

良好。依廠方程序書之規定，每月應巡視檢查廢棄物壕溝，並完成檢查表備查。查核廠方之檢查紀錄，皆確實完成。

3. 本年度（104 年）11 月執行例行檢查作業時，廠方主動說明 104 年 11 月 19 日下午 14 點 20 分，於執行 1 號低放貯存庫廢樹脂桶入庫作業，以固定式吊車吊運廢樹脂桶時，發生廢樹脂桶滑落之異常事件，幸而本事件發生於 1 號低放貯存庫內，未造成輻射外洩污染環境，亦未有人員受傷，本局針對本事件之肇因進行調查，調查結果發現本事件主要因部分設備設計不良及作業人員未注意所造成，因此開立注意改進事項（編號：FCMA-104-1-2001）要求廠方進行改善。

改善情形：作業人員未注意部分，廠方已進行宣導，避免類似情形再次發生，並修訂程序書規範於執行 1 號低放貯存庫廢料桶入庫作業時，應有 2 名作業人員共同作業，做好雙重確認及指認呼喚，並加強監視廢料桶之吊運作業；而部分設備設計不良部分，廠方仍持續改善中，本局將持續監督廠方之改善作為。

4. 為達到放射性廢棄物持續減量之目標，核一廠持續進行放射性可燃廢棄物之檢整破碎作業，而為確認現場之作業安全而進行檢查。檢查結果發現現場作業人員於可燃破碎間內執行作業時，確實著完整輻防衣、配戴劑量佩章及全罩式防護面具，可確保作業人員之輻防安全。另破碎設備運轉安全方面，依廠方程序書之規定，每日執行破碎作業前須將破碎機試運轉 3 分鐘，並依據「可燃破碎機操作前檢查表」進行檢查，以確認破碎機可正常操作，避免破碎設備影響作業人員安全；查核破碎機操作前檢查表，結果皆確實完整填寫。

5. 廢液處理運轉員之抄表作業除至現場記錄設備運轉數值外，亦肩負現場巡視之任務，設備若有任何異常情形，可藉由抄表作業實際巡視立即發現。檢查作業期間跟隨二號機運轉值班員進行抄表作業，結果運轉值班員對抄表流程熟稔，並確實依據運轉之數據填寫，且同時巡視廢液處理系統設備，抄表作業確實。惟查核登錄於系統中之抄表記錄時，發現抄表紀錄中之廢液過濾器進口壓力項目，一號機為每日記錄 6 次，但二號機每日僅記錄 1 次，請廠方說明造成兩者差異之原因。

改善情形：廠方經追查後發現，此項目為近期新增，程序書設定此項抄表頻率為每次抄表作業皆進行，但核一廠電算組在設定時誤將二號機設定為每日僅三值第一次抄表時執行，電算組已立即修正完成；另亦要求廠方比對所有抄表項目之一號機、二號機與程序書之一致情形，廠方經查對後發現其他項目皆無異常情形。

6. 依據程序書之要求，放射性廢液進行濃縮處理前，廢液需進行取樣分析確認酸鹼度（pH 值）在 6.5~10 之間，以避免極端酸鹼度影響濃縮器之設備安全。多次查閱 1 號機廢液處理運轉日誌以抽查廠方是否依程序書之要求執行，結果發現於廢液濃縮前，廠方確實執行廢液取樣量測，且結果皆符合程序書之要求。

7. 為確保放射性固化廢棄物之固化體品質及固化廢棄物所含放射性核種之數據正確性，多次查核固化桶固化配比，及核種取樣分析結果登錄於射源項登錄系統之數值一致性情形。結果抽查固化桶之廢棄物、水泥及水所含比例，皆符合本局同意核備之「核一廠放射性廢料固化流程控制計畫書」配比要求；另查廠方低放射性廢棄物射源項管理系統中，抽查之固化桶各核種活度與取樣請環化組分析之結果相符，亦與檢送本局之

核種活度分析資料相符。

8. 本年度（104 年）11 月例行檢查期間，適逢廠方執行用過廢樹脂脫水裝桶作業，檢查廠方之作業情形。核一廠用過廢樹脂脫水裝桶作業，為廢樹脂由廢樹脂槽泵送至離心機脫水後，置於下料斗（Hopper）中，再洩料至含塑膠內襯之 55 加侖鍍鋅鋼桶，檢查過程發現作業人員確實隨時監看離心機運轉電流值、廢樹脂槽及除濁水槽之液位變化，以確認連續性之廢樹脂脫水作業順利執行；另檢查欲進行裝桶之廢料桶完好性，結果桶身油漆完整、無受碰撞或變形之情形，確保廢樹脂桶得長時間安全貯存。

9. 104 年 6 月例行檢查作業期間，為確認運轉值班人員之運轉情形，至廢液處理系統控制室不預警檢查值班人員值勤情形與精神狀況。於 6 月 30 日中午 12：50 左右先至一號機廢液控制室檢查，結果發現值班人員有打盹睡著、警覺性不足之情形；接續於 13：00 左右至二號機廢液控制室檢查，亦發現值班人員精神狀況也不佳，本局依據「核子設施違規事項處理作業要點」開立四級違規（編號：CS-104-1-001），要求廠方確實檢討改善。

改善情形：核一廠說明將開課執行再訓練，以加強運轉人員之核安文化，另將輪值之班數由四班增加為五班輪值，並強化自主不預警查核。後續檢查廠方之改善情形，結果確實皆已依原承諾事項完成改善，本局亦將持續查核運轉人員之值勤狀況。

10. 為充分掌握核一廠放射性廢棄物處理貯存系統之運轉情形，依放射性物料管理法第二十條及放射性物料管理法施行細則第三十條第一項第三款之要求，每月之放射性廢棄物處理量、產生量或貯存量等報告，應於

次月月底前提出。審查核一廠提送之放射性廢棄物月報表，結果大致無異常情形，惟審查 104 年 3 月份放射性廢棄物月報表時，發現分別於 3 月 18 日及 26 日，各產生 2 桶及 9 桶之廢土桶，由於產生此大量廢土桶屬特殊情形，因此於例行檢查作業期間，現場檢查廢土桶之來源與受污染情形。廠方表示 3 月 18 日產生之廢土為一號機廠房內多次產生、逐漸累積後一次運出，而 3 月 26 日產生之廢土桶，為二號機雜項廢液系統清槽產生；經確認該 11 桶廢土桶之取樣分析結果，其所含放射性核種濃度，皆大於廠區放行之標準，故盛裝於放射性廢棄物桶中貯存，符合要求。

11. 於核一廠一號機 EOC-27 大修期間，本局抽查大修期間化學品管制情形，發現檢修作業現場使用之化學品，有使用區域與申請區域不符、使用之化學品品項與申請品項不符等缺失，要求廠方檢討改善。

改善情形：經廠方強化化學品申請管制，並加強自主至現場查核之頻率與人力，於二號機 EOC-27 大修期間，本局再查核檢修作業現場所使用之化學品，結果一號機 EOC-27 大修期間所出現之缺失未再發現，查核結果皆符合要求。

12. 本年度（104 年）11 月例行檢查期間，適逢廠方執行 15 桶廢樹脂桶，由一號機固化出桶區運送至 1 號低放貯存庫之運送作業，檢查廠方廠內運送作業之作業情形。運送作業前，廠方確實舉行工具箱會議，溝通本次作業預計運送物質、數量、目的地及應加強注意事項等，另於一號機固化出桶區搬運廢樹脂桶之作業前，現場以圍籬繩建立防護區域避免無關人員誤入；搬運上車過程中，於運送車輛車輪確實放置止滑塊，避免車輛滑動，另為降低作業人員之輻射劑量，廠方操作屏蔽貨櫃之屏蔽

蓋，逐漸遮蔽已上車之廢樹脂桶，以符合合理抑低之原則；廢樹脂桶完全上車後廠方確實確認距貨櫃 2 公尺及駕駛台等處之輻射劑量率，且結果符合放射性物質安全運送規則之限值要求，另於運送過程中，運送車輛四角掛上紅色三角旗、貨櫃四周標示放射性物質標誌，皆符合放射性物質安全運送規則之要求。

13. 為持續減少放射性廢棄物貯存量，核一廠持續運送可燃廢棄物及可壓廢棄物至核二廠減容中心進行處理，核一廠 104 年度總計運送約 1504 桶可燃廢棄物及 120 桶可壓廢棄物至核二廠減容中心處理，本局為確保運送安全，抽查其中 4 運次之運送作業，查核包括運送人員酒測結果、精神狀況，運送車輛之堪用情形，包件之外標示、表面劑量率與 2 公尺處空間劑量率，行走路線及車速等，結果相關要求皆符合放射性物質安全運送規則之要求，並與核一廠送本局核備之核一廠低放射性可減容廢棄物運輸計畫書（Rev.5）之內容符合。
14. 查閱台電公司核安處駐核一廠安全小組 104 年度稽查報告，發現針對放射性廢液處理及排放、固化作業、固化試體品質驗證、倉貯管理、乾性廢棄物分類、可燃廢棄物破碎、颱風前後檢查、年度意外事故演練等低放射性廢棄物相關作業，核安處駐廠安全小組人員均有進行稽核工作，並對於稽查發現缺失開立改正通知，要求電廠限期改善。台電公司核安處駐廠安全小組對放射性廢棄物管理之稽核作業，符合品保作業之稽查要求，對電廠相關作業品質提昇有正面助益。
15. 為提升核電廠放射性廢棄物處理及貯存系統對意外事故之應變能力，本局要求各核電廠每年皆應執行放射性廢棄物營運意外事故演習，本局除於每年初審查各核電廠提送之放射性廢棄物意外事故演習計畫外，並於

各電廠實際執行意外事故演習時進行查核。104 年度核一廠演練劇情為模擬發生地震後，造成廢液處理系統喪失電源，在此情形下如何將運轉中設備停止運轉，且不造成環境及安全上之影響。本局檢查員至演練現場查核廠方之演練情形，結果發現過程中雖有部份口述內容錯誤及部份動作規劃時間不足之情形，已於演習後之檢討會議中，要求演習人員進行改正外，本次演練過程逼真，執行情形良好。

肆、未來管制重點

為提升核一廠放射性廢棄物各項營運作業之安全與品質，本局將持續執行管制，並積極督導該廠各項營運及改善作業，其管制重點如下：

- 一、持續監控核一廠廢液處理系統洩水與各集水池之進水情形，並分析其來源與回收率，以期廢液之管制更趨合理化。
- 二、加強機組大修時放射性廢棄物營運作業檢查，包括乾性放射性廢棄物分類抑減管控、系統洩水/洩油及化學物品攜出、入管制，以及放射性廢棄物營運之核安品保作業等。
- 三、積極督促核一廠力行乾性廢棄物減廢工作，並持續加強檢查廠房內廢棄物之分類收集作業。
- 四、持續督促核一廠放射性廢棄物之倉貯管理，並要求廠方加強貯存庫內各項設備之維護保養工作，確保設備正常運轉。
- 五、程序書修訂方面，督促相關組就各認養之程序書有不符現況部份，加速修訂以提升作業及維修安全。
- 六、廠務管理方面，督促核一廠落實執行各單位負責區域主管人員之走動管理，以維廠內整潔，並落實自主管理之功效。

七、加強查證該廠各類廢棄物桶之整桶計測辦理情形，確保未來除役作業執行時，能有準確之廢棄物桶活度資訊。

伍、結語

查核核一廠各項放射性廢棄物管制作業，首先在廢液處理方面，雖全年日平均飼入量高於安全分析報告之設計值，然而由於一號機與二號機廢液處理系統可互為備用，增加廢液處理彈性，104年度廢液處理方面未發生異常情形，且廢液年平均回收率為 99.81%，顯示回收績效良好。惟本局檢查員利用中午期間不預警查核廢液處理系統運轉情形，發現運轉人員精神狀況不佳，本局開立四級違規要求廠方積極改善，後續查核發現廠方已完成原承諾之改善作為，本局將持續查核廢液處理系統運轉人員之運轉情形。

在放射性廢棄物產量與貯存作業方面，104年核一廠所產生之固化廢棄物、可燃廢棄物及可壓廢棄物等等各類廢棄物，產量皆與往年相當；而在查核相關作業方面，作業情形大致良好，惟於1號低放貯存庫發生廢樹脂桶滑落事件，經調查本事件除設備設計不良之因素外，仍有人為未注意吊運過程之因素，本局已開立注意改進事項要求廠方改善，經查核後，仍有設備方面之待改進事項持續辦理中，本局將持續追蹤廠方之改善作為。

在放射性廢棄物運送、放射性廢棄物處理系統設備檢修等作業方面，皆在該廠執行人員事先嚴密規劃及管控，並依相關標準作業程序執行運轉操作，各項營運數據均能符合法規要求。對於核一廠內之放射性廢棄物處理、貯存系統之運轉，將持續監督、管制，以避免可能之危害發生，使其能穩定安全地持續運轉。