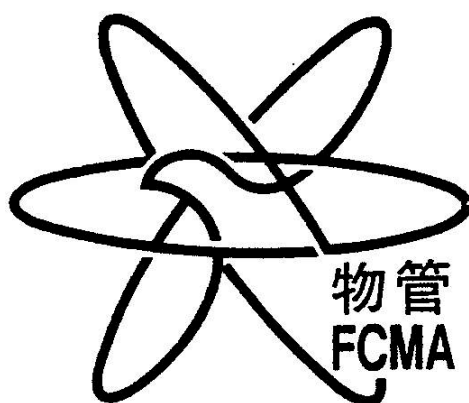

105 年台電公司核能一廠 放射性廢棄物營運管制年報



行政院原子能委員會 放射性物料管理局

民國 106 年 6 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	15
伍、結語	16

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。105 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 105 年放射性廢液日平均飼入量為 81,249 加侖/日 (GPD)，高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液處理系統。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，檢查結果發現廢液處理系統之貯存槽容量足以負荷，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 78,494 GPD(占 96.6%)，高導電率廢液為 2,755 GPD(占 3.4%)。放射性廢液年平均回收率為 99.89%，符合安全分析報告 90%以上之設計。

放射性廢棄物產量方面，105 年度共產生固化桶 85 桶（55 加侖桶，以下同）、脫水樹脂 208 桶、可燃廢棄物 302 桶、可壓廢棄物 155 桶、其他廢棄物 140 桶，共計 890 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
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
105	302	155	208	140	85	1 次大修

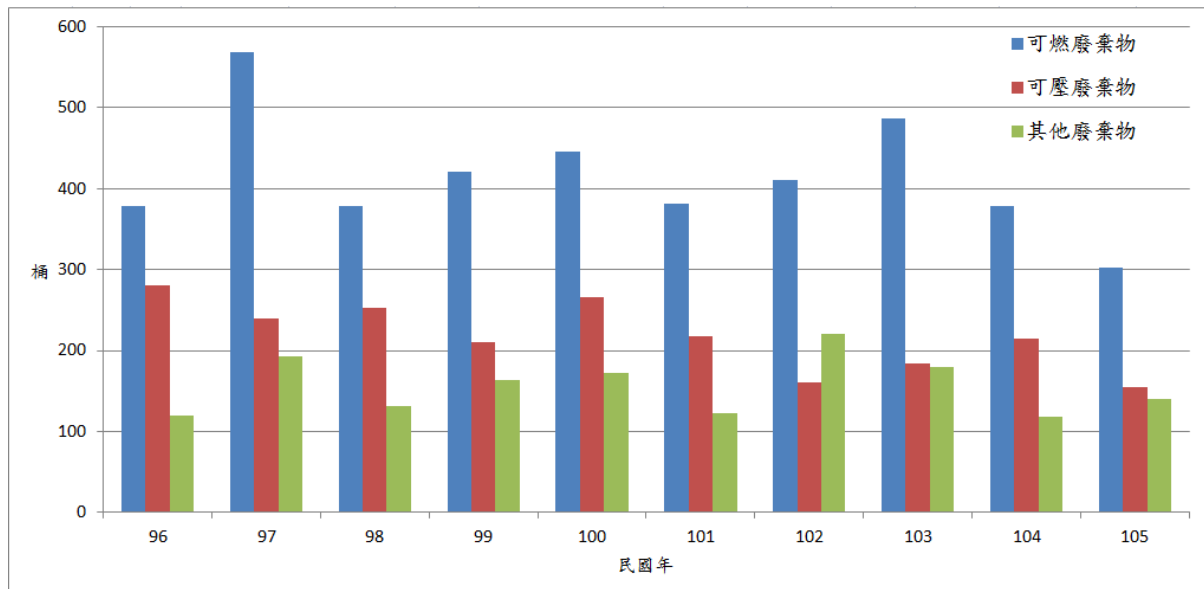


圖 1. 核一廠近 10 年的可燃、可壓及其他類放射性廢棄物年產量

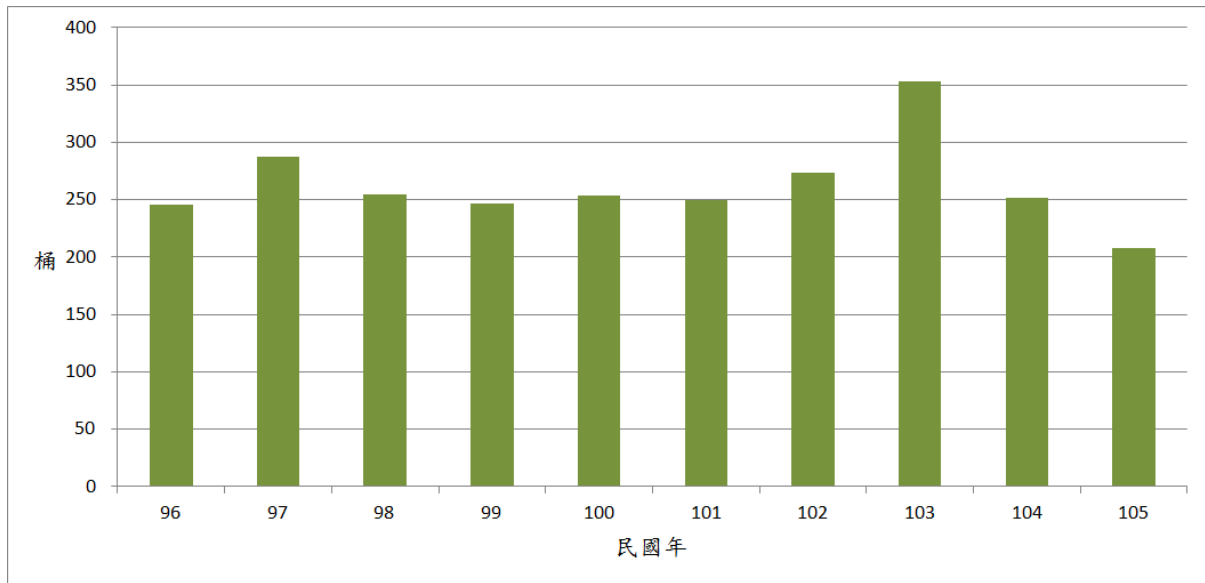


圖 2. 核一廠近 10 年的脫水廢樹脂年產量

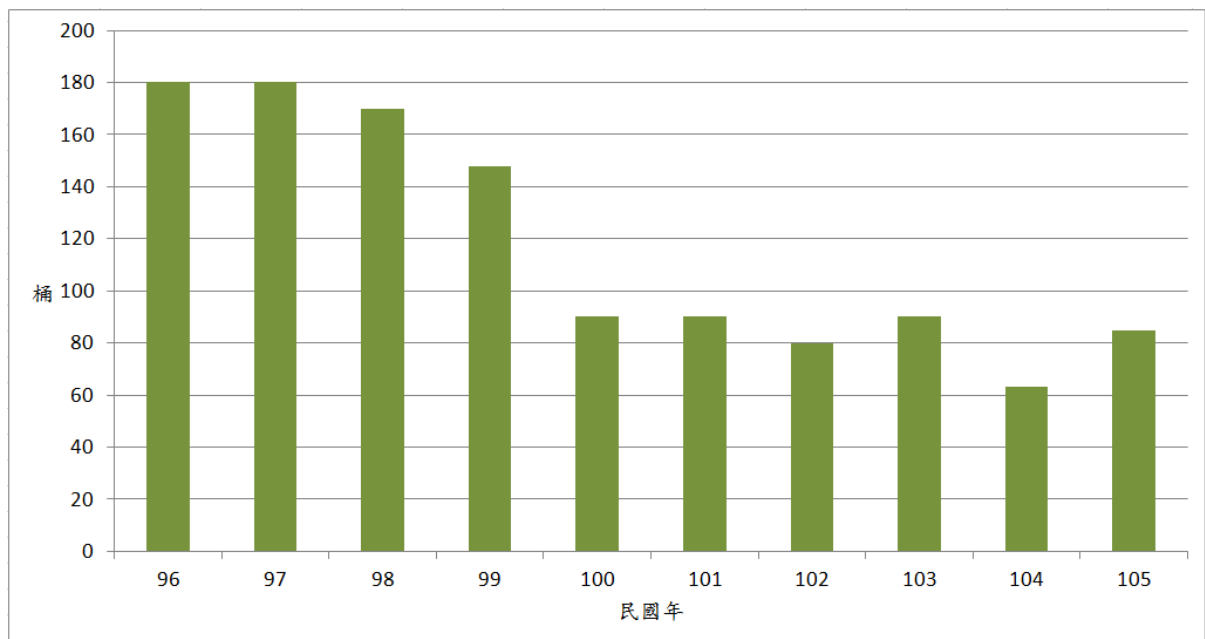


圖 3. 核一廠近 10 年的固化廢棄物年產量

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。105 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 次與放射性廢棄物營運不預警檢查 3 次。有關 105 年檢查結果摘要如下：

1. 為加強廠方之自主管理，查核廠方自主走動管理之執行情形。廠方走動管理之要求，訂定於廠方「主管人員走動管理程序書」中，其中要求部門經理及課長每月需執行 2 次以上之責任區域檢查，機組大修時期則每月至少須執行 4 次以上。經查核一廠於今（105）年 3 月大修期間主管巡訪次數統計表，廢料組經理走動管理檢查次數為 6 次，其餘課長走動管理檢查次數也在 5 次以上；另查今年 6 月（屬於平時期間），廢料組經理走動管理檢查次數為 4 次，其餘課長走動管理檢查次數均達 5 次以上，自主管理已達廠方程序書之要求。
2. 核能電廠內部除有廠方之自主管理外，台電公司核能安全處（以下簡稱台電核安處）亦執行核能電廠之營運管理稽查。為確認台電核安處是否落實電廠稽查作業，查核台電核安處駐核一廠安全小組對核一廠廢料組之稽查紀錄。經抽查今（105）年 1 月 20 日、4 月 22 及 27 日、5 月 17 及 27 日，對放射性廢棄物廠內運送及放射性廢液排放，皆有落實稽查，且查證後均無不符規定之事項。
3. 為確認放射性廢液處理系統運轉狀況，檢查期間至廢液處理系統查核該系統之運轉情形，查核內容包含該系統是否有警示燈號出現、各集水池

及貯存桶槽之液位是否過高、廢液處理流程中各處理單元之運轉數據是否符合相關規定等，並藉由詢問目前運轉情形，了解運轉人員對廢液處理系統掌握程度。檢查結果本年度（105 年）檢查期間各集水池及貯存桶槽之液位皆位於正常範圍內；對於廢液處理控制室內出現之警示燈號或廢液處理系統運轉狀況，運轉人員皆能充分進行說明；廢液處理流程中各處理單元之運轉數據亦符合相關廠內程序書之要求，惟於本年度 1 月份例行檢查期間，發現二號機廢液濃縮器運轉時，濃縮器 B 之進口流量計顯示之瞬間流量變化，明顯較濃縮器 A 為大，對此廠方立即開立請修單，請廠內儀控組進行改善。儀控組表示此乃因管路中有殘留氣泡所造成，氣泡在管路內之流動即造成壓力大範圍變化，使流量顯示浮動過大；而於流量計之根閥將管路內之氣泡排除後，已回復與濃縮器 A 進口流量計相當之浮動程度。

4. 另為了解廢液處理系統設備之運轉情形，檢查期間至廢液處理系統設備現場進行檢查，檢查結果大致良好，廢液處理設備皆正常運轉中，惟仍發現以下缺失：

- （1）一號機廢料廠房底樓東面樓梯旁上方之一設備洩水管，數處有鏽蝕情形，雖該管路大部份時間為無水狀態，惟為避免影響工作人員安全與避免污染擴散，本局開立注意改進事項（編號：FCMA-105-1-2001）要求廠方進行改善。

改善說明：廠方已針對該段洩水管路進行更換，本局亦於後續例行檢查時，確認廠方已改善完成；經台電公司來函申請結案後，本局於 105 年 8 月 22 日同意台電公司之結案申請。

- （2）執行本年度（105 年）二號機放射性廢棄物處理設備檢修作業檢

查期間，適逢廠方針對前述設備洩水管鏽蝕情形進行該洩水管的更換作業。查證現場作業情形，結果發現工作人員以電鋸切割洩水管時，周圍並未完整鋪設防火毯，同時現場負責切割管件的作業人員亦未配戴護目鏡，有違相關工安規定。上述現場作業疏失，均已於本局檢查員現場要求改善後立即完成改善，本局開立注意改進事項（編號：FCMA-105-1-2002）要求廠方檢討現場工安監督機制，以防再次發生類似情事。

改善說明：廠方說明缺失發生當下已立即停止該項切割作業，並立即針對缺失進行改善，另請監火員重新評估作業防護範圍；再利用該作業後工具箱會議宣導此一案例，要求動火員、監火員及工安員採取保守策略，確實了解動火作業時火花可能飛濺之影響區域，完整鋪設防火毯，並告知承攬商，日後若再發生相同情形，將依合約規定開罰。經台電公司來函說明已執行上述改善措施，本局並已確認廠方已確實進行宣導後，於 105 年 8 月 29 日同意台電公司之結案申請。

5. 為確保廢液處理系統之處理效率，依廠方程序書之要求，廢液除礦器更換樹脂後需執行效率測試，以確保廢液除礦器得發揮其應有之功能，本年度（105 年）抽查效率測試紀錄 2 次（2 月 4 日更換一號機廢液除礦器 A 樹脂、8 月 30 日更換二號機廢液除礦器 B 樹脂），結果廠方確實依程序書之要求完成效率測試，且測試結果符合程序書之要求。
6. 廢液中多少都含有些許之灰塵等雜質，廢液貯存於廢液貯存槽後，將陸續累積於桶槽槽底，若廢液中雜質濃度較高將影響廢液處理效率，因此應定期執行廢液貯存槽之清槽作業。廠方程序書規定各廢液收集槽應每

7 年執行清槽作業，查核廠方之執行情形，結果本年度（105 年）廠方共執行一號機廢液中和槽 B、一號機廢液取樣槽 A 及 B、二號機廢液取樣槽 A 及 B、二號機廢液收集槽及調節槽共 7 只廢液貯存槽之清槽作業，清槽頻率符合程序書規定之至少每 7 年執行 1 次，此外，本局並於廠方執行二號機廢液調節槽清槽作業期間，查核廠方作業情形，檢查結果說明如下：

- A. 為避免設備檢修作業期間，該設備上下游之管閥被誤操作，造成具放射性之廢液外洩至設備外，廠方程序書規範檢修設備之上下游相關管閥應掛上禁止操作之紅卡，掛上紅卡之設備嚴禁操作，以確保作業人員之安全。二號機廢液調節槽清槽作業期間，廠方確實於該桶槽上下游相關管閥掛上禁止操作之紅卡，惟發現廢液調節槽上游之 2 只控制閥，於 PLC 控制盤面掛卡後，控制盤面上該兩控制閥不會出現應出現之紅色「禁」字，需點選該閥後跳出之視窗才會出現「紅卡」字樣，造成無法由主畫面立即確認此 2 閥是否已掛上紅卡；運轉人員表示已發現此異常情形，並已請廠方儀控組人員進行改善，本局對此開立管制事項要求廠方自主管理改善。

改善情形：廠方說明已立即進行改正，本局於後續檢查時進行複檢，於確認不影響廢液處理作業之情況下，請廠方進行測試，結果該兩閥掛卡後於控制盤面上已會顯示紅色「禁」字，確認廠方已完成改善。

- B. 由於二號機廢液調節槽所貯存之廢液尚未經過處理，因此該槽內之空間劑量率較高，且部份工作人員須進入槽內確認是否已完成洩水及刮除槽體附著之污泥，因此依廠方程序書之規定該清槽作業除需

申請輻射工作許可外，亦需申請特別輻射工作暴露；查核廠方於作業前上述兩項之申請情形，結果確實依規定完成申請。

7. 為確認二號機放射性廢棄物處理系統設備檢修期間，檢修設備之掛卡完整性，查證設備檢修掛卡情形，結果發現廢液濃縮器飼水泵檢修期間，應於該泵浦軸封水供水閥掛卡，然而現場查證卻發現掛卡掛至另 1 只閥體上，且檢修工作聯絡書亦未開立該軸封水供水閥之紅卡，致此泵浦檢修作業之掛卡範圍不完整，對此本局開立注意改進事項（FCMA-105-1-2002）要求廠方檢討改善。

改善情形：廠方說明此乃因該管件與設備面（P&ID）於判讀時易誤判造成，掛卡錯誤之情形當日已立即改正，並重新掛至正確的閥體上，另已加強宣導掛卡之正確性，並傳閱簽名要求確實落實；針對 P&ID 易誤判之情形，已完成文件修訂作業。台電公司來函說明已完成上述改善措施後，本局再進行複查，於確認廠方已確實完成改善後，105 年 12 月 23 日同意該注意改進事項之結案申請。

8. 為確保廢液殘渣進行水泥固化後之固化體品質，抽驗放射性廢棄物固化桶配比是否依本局 85 年同意核備之「核一廠放射性廢料固化流程控制計畫書」執行。首先確認廠方規範固化配比之程序書是否與本局同意核備之固化流程控制計畫書一致，結果廠方程序書之配比要求確實與該計畫書一致；另抽查本年度（105 年）11 月份廠方進行清槽（二號機廢液收集槽及廢液調節槽）作業所產生共 21 桶廢漿進行固化作業時之固化配比，結果廢漿重量佔比 6.0%~6.9%，水泥重佔比 52%~53%，水重佔比 40.7%~41.9%，皆位於廠方程序書及經本局同意核備之固化流程控制計畫書所設定之範圍內。

9. 為確保固化作業過程中，水泥及水之實際添加量與設定值為一致，廠方程序書規範每月皆需進行固化系統水泥流量及水流量測試，若有誤差過大之情形即應報請檢修。抽查本年度（105 年）11 月份執行固化作業前之測試紀錄，測試結果皆符合要求。
10. 為確認廢液殘渣經固化後，其固化體品質是否符合「低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」之要求，查證 105 年之固化試體品質驗證抗壓測試紀錄，廠方確實依廠內程序書之規定，每批次皆執行養生後抗壓測試，另執行年度養生後抗壓、耐候後抗壓、耐水後抗壓測試並留有紀錄，且抗壓強度測試結果均符合規定（大於每平方公分 15 公斤）。另確認進行抗壓測試時，所使用之抗壓測試機皆已進行校正作業，且仍位於校正之有效期限內。
11. 為因應颱風季節，廠方「核一廠防颱（汛）作業程序書」規範於每年 3 月底前請廠內各組檢查所負責之廠房設施防颱防水功能，若檢查結果發現有異常情形，應依規定於 4 月底前完成改善，針對颱風可能帶來的危害提前進行準備。首先查核廠方自主管理情形，查核廠方依程序書所完成之檢查紀錄，廠方確實於 105 年 3 月初即完成 1 號與 2 號貯存庫、放射性廢棄物壕溝及廢料廠房之防颱檢查，且廠方檢查結果未發現異常情形；為再確認廠方之檢查結果，本局檢查員至 1 號與 2 號低放貯存庫及放射性廢棄物壕溝區域進行抽檢，結果兩貯存庫周圍邊坡植被完整，可維持邊坡原有之水土保持能力，且相關設施週遭排水溝與屋頂之洩水孔周圍清潔無雜物，可維持原有之排水功能；放射性廢棄物貯存壕溝之覆蓋完整，壕溝內放射性廢棄物桶搬遷時所建之鐵皮結構物亦完整，本局抽查結果與廠方之檢查結果一致，未發現異常情形。

12. 104 年 11 月 19 日所發生之廢樹脂桶於 1 號低放貯存庫內吊運過程中，因桶身碰撞地面與地下貯存區之傳送井邊緣而使廢料桶由吊車上滑脫，本局開立注意改進事項（編號：FCMA-104-1-2001）要求廠方進行改善。針對此注意改進事項中有關吊車硬體改善部分，台電公司來函申請預定於 105 年 7 月 31 日前提結案申請，本局亦已函覆同意。本年度（105 年）6 月份例行檢查期間，廠方表示吊車硬體改善部分已完成，現場並操作吊車吊起測試桶，測試過程吊車運行正常、順暢，並確認吊車揚升機之極限開關位置符合要求，另顯示吊車位置之數字面板會有炫光的情形亦已改善，本注意改進事項硬體改善部分確認廠方已改善完成。經台電公司來函申請結案後，本局於 105 年 7 月 18 日函復同意結案。

13. 為增進低放射性廢棄物貯存庫運轉人員與放射性廢棄物之貯存安全，本年度定期檢查期間，至低放射性廢棄物貯存庫現場查核逃生設備與消防設備之佈置與可用情形，結果發現 2 號低放射性廢棄物貯存庫空桶除污區內之人員逃生指示燈不亮，因此要求廠方進行改善，並清查各貯存庫是否亦有類似設備故障；另發現 2 號低放射性廢棄物貯存庫 2 樓現場牆面之消防配置圖與實際設備配置情形不一致，一併要求廠方進行改善。

改善情形：廠方說明已再次清查各低放射性廢棄物貯存庫之逃生指示燈，並已將所有故障設備進行更換；而消防配置圖與實際設備配置不一致之情形，乃因消防配置圖未更新，已抽換、更新消防配置圖。廠方說明完成改善後，本局檢查員再至發生缺失之設備現場進行複查，結果確認廠方已完成改善。

14. 本年度（105 年）10 月份執行例行檢查時，發現由 1 號低放射性廢棄物貯存庫空調系統與廢液收集系統控制盤面之標示與設備編號，無法立即判斷該設備於系統中之相對位置，且控制室內亦未放置相關圖面供查詢，要求廠方改善。

改善說明：廠方說明已於控制室內放置空調系統管線與設備圖（P&ID），並於廢液收集系統控制盤面上張貼系統管閥設備圖，可供操作人員進一步確認。本局於 11 月份例行檢查進行複查，結果確認廠方已確實完成改善。

15. 105 年 1 月 6 日台北市木柵焚化爐發生焚化不明物體造成爆炸，雖然核一廠內未建置放射性廢棄物焚化爐，但仍產生可燃廢棄物送至核二廠減容中心焚化，應注意送焚化之包容物，且核一廠內兩部機各設置有簡易之低放射性可燃廢棄物壓縮機，為避免類似情形於核一廠內發生，要求廠方應進行宣導，避免爆裂物或化學品摻入可燃廢料包中。經本局要求後，廠方已於低放貯存庫及廢料組進行宣導，並傳閱簽名要求確實落實。

16. 本年度例行檢查期間，2 度適逢廠方執行放射性廢棄物由反應器機組廠房運送至低放貯存庫之廠內運送作業，檢查廠方運送作業之執行情形，檢查結果說明如下：

- A. 放射性廢棄物桶搬運上車過程中，運送車輛前後依廠方程序書之規定放置止滑塊防止車輛滑動，並於搬運區域周圍設置輻防圍籬避免非工作人員意外闖入。
- B. 放射性廢棄物桶由廠房內搬運至廠房外之搬運作業，為以接駁方式進行，可避免廠房內極微量污染擴散至廠房外之可能性；搬運過程皆順利，無異常情形發生。

- C. 所有放射性廢棄物桶皆搬運上運送車輛後，廠方保健物理人員確實量測運送車輛表面、距車輛表面 2 公尺及駕駛台之空間劑量率，且量測結果皆符合「放射性物質安全運送規則」之規定後，才開始運送作業。
- D. 本年度（105 年）10 月份例行檢查執行廠內運送檢查過程中，於放射性廢棄物桶搬運至運送車輛上之前，檢查運送車輛狀況，結果發現聯結車之曳引車（拖車頭）部分車況良好，而聯結車之屏蔽車體局部鏽蝕，且車輪輪圈亦有輕微鏽蝕情形，本局對此開立管制事項要求廠方自主管理改善。
- 改善說明：廠方說明已針對鏽蝕部分進行除鏽補漆，已完成改善；本局於 105 年 11 月例行檢查期間進行複查，結果確認廠方已確實改善完成。

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仍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，且廢液年平均回收率為99.89%，顯示處理績效良好。惟本局檢查員仍針對所發現之缺失，包含1只廢液洩水管路鏽蝕情形、更換該鏽蝕管路時防火措施不完整及1只廢液輸送泵浦檢修時掛紅卡範圍錯誤等，開立注意改進事項要求廠方積極改善。上述注意改進事項台電公司皆已函復說明已完成改善，本局並已查核廠方之改善情形，確認廠方已完成改善後，同意台電公司之結案申請。

在放射性廢棄物產量與放射性廢棄物貯存及運送作業方面，105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；而在放射性廢棄物貯存與運送作業方面，作業情形大致良好，惟發現放射性廢棄物運送屏蔽車輛之局部車體有鏽蝕情形，對此本局開立注意改進事項要求廠方改善。本注意改進事項台電公司已函復說明完成改善，本局查核廠方之改善情形，確認廠方已完成改善後，同意台電公司之結案申請。

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。