
111 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 112 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	13
伍、結語	14

壹、前言

台灣電力公司第一核能發電廠(以下簡稱核一廠)為配合政府 2025 非核家園政策，兩部機組於運轉 40 年且執照到期後，自 108 年 7 月 15 日邁入除役階段。核能電廠不論在運轉階段亦或於除役階段，其因核子反應使得設備檢修及機具保養時，將產生受放射性污染之廢棄物。而當拆除受輻射影響之廠房與組件，亦將產生放射性廢棄物。行政院原子能委員會放射性物料管理局(以下簡稱本局)為確保除役期間放射性廢棄物處理與貯存安全，採取例行、專案與不定期方式，每月派員至核一廠執行放射性廢棄物相關設施及系統之檢查作業。另依據放射性物料管理法與三級品保管制精神，查核台電公司提供運轉維護紀錄、輻射量測報表及現場監測數據，以確認核一廠放射性廢棄物處理及貯存設施之運轉符合相關法規之要求，並持續落實、防範意外事件之發生，增進環境及民眾健康與安全。

貳、管制作業

核一廠在除役期間尚有許多項作業仍須執行，包括廢棄物壕溝清除作業、高壓鐵塔拆除作業、汽渦輪機拆除作業、27 號倉庫屋頂改善案、一號低放貯存庫之吊車系統注意改進案、放射性廢液處理系統之桶槽底座注意改進案，以及兩部機組放射性廢棄物處理系統設備檢修等，皆須採取安全管制與檢查等措施。因此，本局除每月派員赴核一廠進行例行檢查，亦配合電廠放射性廢棄物處理系統之維護週期，執行設備保養檢查與專案檢查，確保放射性廢棄物處理系統及貯存設施營運安全

此外，為惕勵電廠廢液控制室值班人員能確實掌握放射性廢棄物處理系統營運狀況，執行不預警檢查，查核運轉人員精神狀態及運轉情形；為確保放射性廢棄物處理系統運轉安全、瞭解設備維護保養情形、掌握廢棄物減量成效及倉貯與品保紀錄等，每年執行年度定期檢查；最後，為提昇電廠對於意外事故之處理能力及降低異常事件發生機率，每年均要求台電公司執行放射性廢棄物營運意外事故演練並派員查核，以強化放射性廢棄物之營運安全。

除嚴密落實前述除役期間各項之安全檢查措施，對於核一廠提報之各類審查案，本局依據放射性物料管理法審查並確認安全後，始得進行該項作業。其次，為確認放射性廢棄物產量之變化情形及確保民眾對於政府資訊之了解，本局每月執行核一廠放射性廢棄物營運月報表審查後，亦將月報資料登載於原能會官網做為資訊公開。

111 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、查證台電公司自主三級品保作業是否落實及建立核物料設施管制事項追蹤表查證管制事項。
- 二、配合廢棄物壕溝清除作業執行後之除役完成報告審查。
- 三、嚴密審查二部機廢控室值班員集中至 2 號機規劃案
- 四、檢查除役期間放射性廢棄物收集分類、核能後端營運、廢棄物減量及管理作業情形。
- 五、落實放射性廢液處理系統之廢液飼入量及洩水管制檢查。
- 六、查核低放射性廢棄物貯存庫與放射性廢棄物處理系統之運轉情形、並確認廠內外廢棄物運送狀況。
- 七、放射性廢棄物處理系統相關設備與管件、閥類及其維護作業檢查。

八、追蹤未結案之注意改進與違規事項，以掌握該廠改善的進度。

九、審查電廠提報之文件，包括「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」。

參、管制績效

一、放射性廢棄物產量管制

核一廠 111 年放射性廢液日平均飼入量為 9,160 加侖/日 (GPD)，遠低於安全分析報告之設計值 73,600 GPD，此數據顯示反應器兩部機組進入除役停機過渡階段後，原先進入反應器之冷卻水經洩放進入放射性廢液處理系統之用量已逐漸減少；其中低導電率廢液為 7,938 GPD (占 86.66%)，高導電率廢液為 1,222 GPD (占 13.34%)，顯示多數之廢液為低導電率且雜質較少，其處理方式為過濾、除礦處理流程，且處理後之廢液大部份可回收再利用。111 年度之放射性廢液回收率為 98.1%，符合安全分析報告 90% 以上之設計。經本局查證廢液處理系統之運轉情形，顯示廢液處理系統之桶槽未發現溢流等異常情形，廢液處理之頻率亦因爐心洩水量減少而降低。

放射性廢棄物產量方面，111 年度共產生固化桶 40 桶(55 加侖桶，以下同)、脫水樹脂 46 桶、可燃廢棄物 56 桶、可壓廢棄物 72 桶、其他廢棄物 40 桶，共計 254 桶。核一廠近 10 年各類放射性廢棄物年產量統計如表 1 及圖 1~3，由統計數據顯示核一廠 111 年度放射性廢棄物產量略高於 110 年度，其主要原因係電廠於 111 年度同時執行兩部機組設備維護保養作業所致。

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
102	411	161	273	220	80
103	486	184	353	179	90
104	378	215	252	118	63
105	302	155	208	140	85
106	139	86	107	44	85
107	196	49	117	48	75
108	138	40	85	24	54
109	149	54	116	79	65
110	60	83	2	42	51
111	56	72	46	40	40

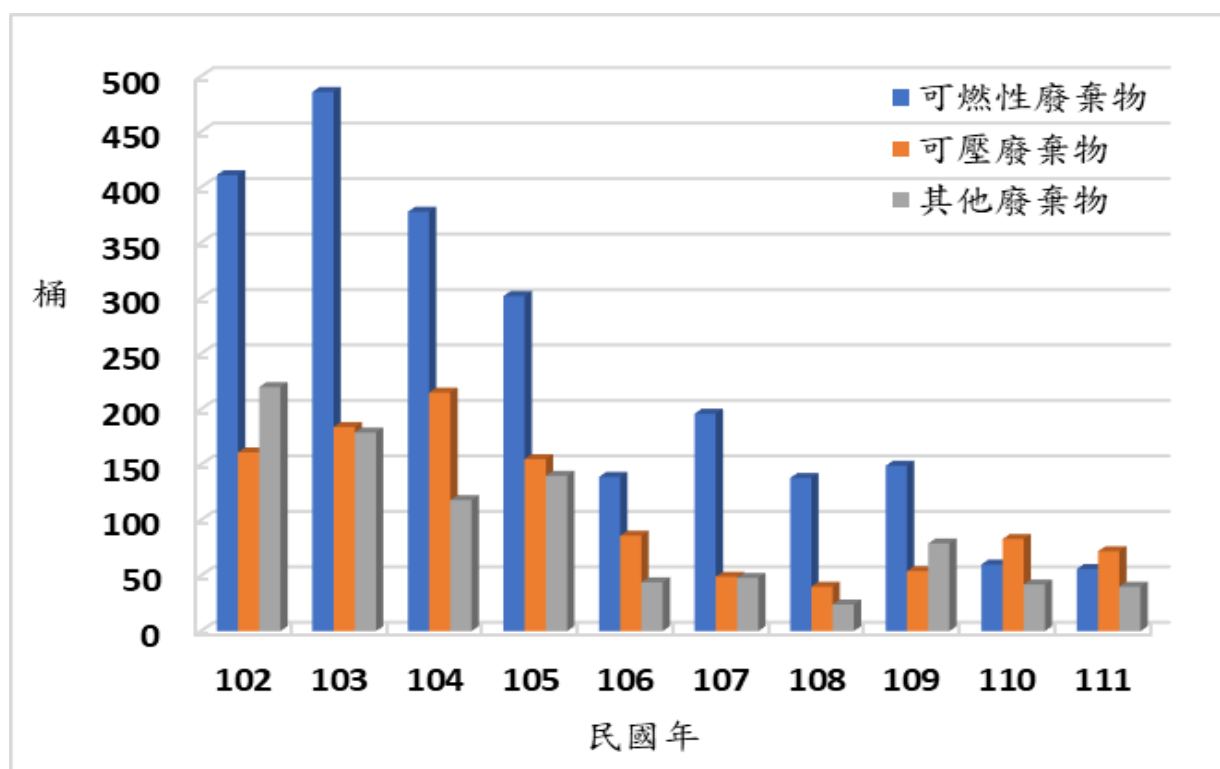


圖 1. 核一廠近 10 年可燃、可壓及其他類放射性廢棄物年產量

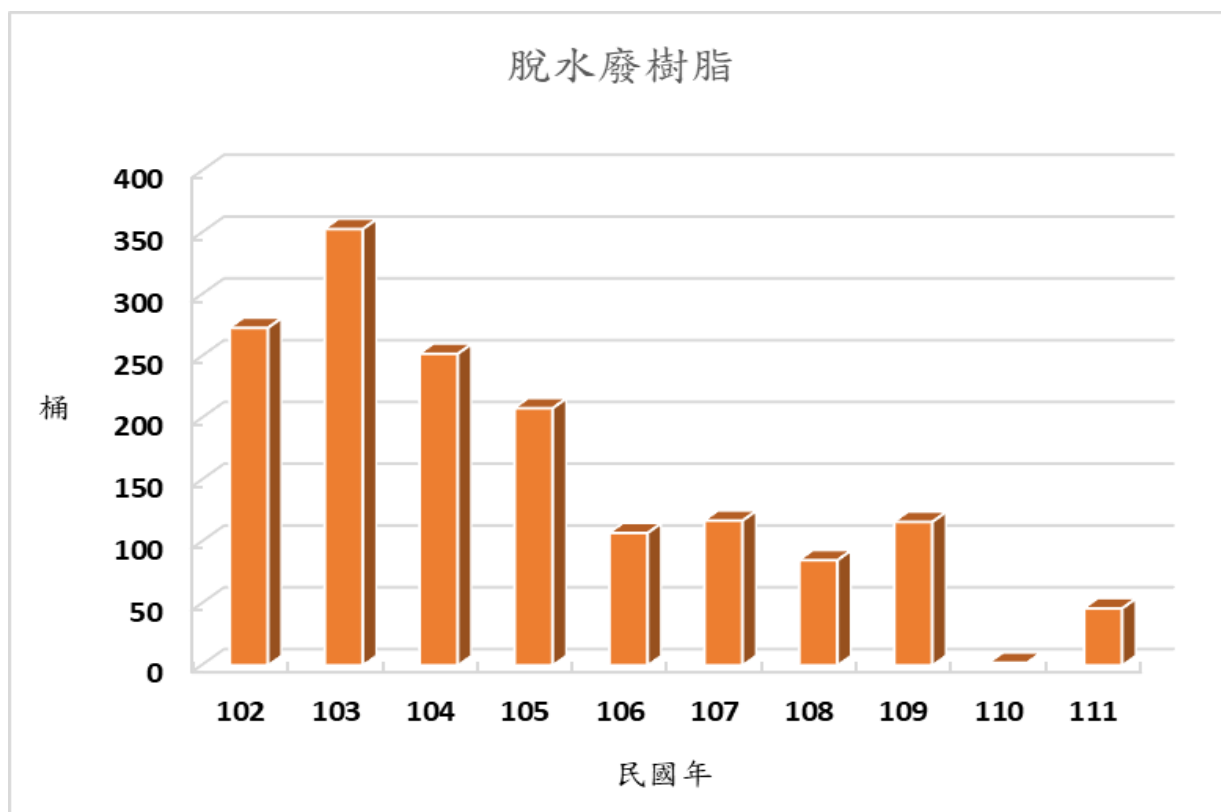


圖 2. 核一廠近 10 年脫水廢樹脂年產量

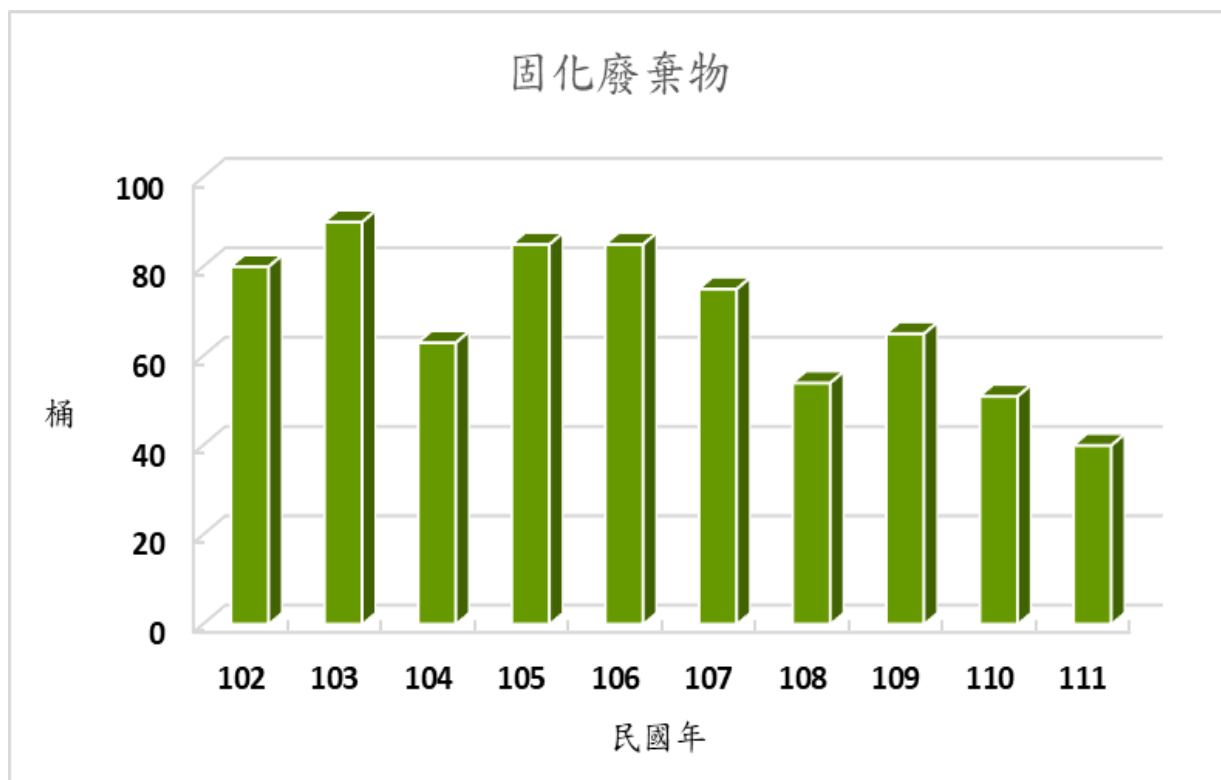


圖 3. 核一廠近 10 年固化廢棄物年產量

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、設備維護檢查、定期檢查及不預警視察，檢查項目包括處理系統管制、倉貯管制及運送檢查等。111 年本局對核一廠共執行例行檢查 11 次、年度定期檢查 1 次、廢棄物壕溝除役完成專案檢查 1 次與不預警視察 2 次。有關 111 年檢查結果摘要分述如下：

1. 本局為查證台電公司自主管理三級品保作業之落實情形，對於本項作業，於每月例行檢查皆列為重點項目。故本局執行檢查作業時，除至作業現場抽查廠方之作業情形外，亦查核台電公司核安處駐核一廠安全小組（以下簡稱駐廠安全小組）之自主三級品保稽查作業執行情形。111 年度駐廠安全小組之稽查內容，包含低放射性廢棄物貯存庫運轉作業、放射性廢液排放、廢料廠房現場巡視、廢棄物壕溝清除作業、廢棄物處理系統設備檢修作業、固化試體抗壓測試作業、廢金屬量測及放射性廢棄物廠內運送作業等。稽查結果主要發現包括：3 月 4 日進行可燃廢棄物廠外運送時，品質組人員未到現場查核且使用之安全資料表內容為舊版；5 月間發現二號貯存庫屋頂之隔離閥及補水閥字跡不清楚及一號貯存庫乾粉滅火器(編號 A15)壓力異常；HP 同仁使用未納入程序書之儀器於 12B 倉庫執行偵測作業；2 號貯存庫的 3 樓空調設備室空調設備漏水。經本局查核駐廠安全小組所發現之缺失，均已開立改正行動計畫進行追蹤改善，符合持續改善之精神。
2. 為惕勵電廠廢液控制室值班人員能依規定確實掌握機組狀況，本局每年配合原能會執行執行不預警視察。檢查重點包括：查核廢液處理控制室值班人員是否固守崗位、精神狀況是否良好；相關設備是否均在正常狀

態，對於故障之設備是否已有處置措施；查核控制盤面之警報燈號及設備掛卡狀況，並確認值班人員對請修中設備之掌控；查閱值班日誌記載內容及抄表紀錄，確認其正確性。111 年 9 月 1 日不預警視察結果，確認一、二號機廢料控制室值班人員堅守崗位，維持良好之精神狀態，無疲倦狀況，且值班人員林 O 祥、王 O 軒皆具有放射性廢棄物處理設施運轉人員許可證書。檢查發現一、二號機廢液處理系統鍋爐，皆因底部手孔薄化現象而發生漏水情事，廠方已開立改正行動檢修中。另二部機近期常因開關場切換空斷開關(ABS)，造成電壓突波產生而影響 Sump28 線路出現高輻射警報，其餘廢液處理系統設備正常運轉。

3. 因核一廠進入除役階段後，廢棄物壕溝場址將規劃做為興建二期室內用過核子燃料乾式貯存設施用地，台電公司完成廢棄物壕溝清除作業後，報請原能會對本設施解除管制。本局遂於 111 年 8 月 2 日依據「放射性物料管理法」第 23 條第 3 項及其施行細則第 19 條第 1 項規定執行專案檢查，檢查重點在於壕溝除役過程放射性廢棄物管制及現場環境輻射值抽測。當日檢查實際產生之放射性廢棄物產量為廢土 12 桶、廢鐵 2 桶、可燃廢棄物 9 桶，相較台電公司原先預估放射性廢棄物數量廢土 362 桶、廢鐵 117 桶、可燃廢棄物 10 桶，減廢效果顯著。另抽測壕溝南側、北側、北邊集水井、西北側水泥地及西南側花圃，共計 5 個抽測點。量測結果之數據落在 0.12~0.18 $\mu\text{Sv/h}$ ，均在一般背景輻射範圍(0.2 $\mu\text{Sv/h}$) 以下。有關輻射劑量檢查結果符合「放射性物料管理法施行細則」第 19-1 條第 2 項「其對一般人造成之個人年有效劑量，不得超過 0.25 毫西弗」之規定，且設施除役符合放射性物料管理法第 23 條第 5 項，於 15 年內完成。全案經審查及檢查合於法規要求，本會於 111 年 8 月 17 日發函台電公司准予解除除役管制。

4. 為提升電廠放射性廢棄物處理及貯存設施運轉人員對於異常或緊急事件之處理及應變能力，本局要求台電公司每年進行放射性廢棄物設施意外事故演練作業。核一廠 111 年度放射性廢棄物意外事故演習演練劇情，一號貯存庫執行吊桶作業因失去外電及夾具故障發生墜桶意外。為確保作業人員能熟悉迅速處理廢棄物桶吊運之緊急應變程序，演練期間本局派員至現場查核廠方之演練情形。本年廠方演練狀況未發現重大缺失。惟在演習開始後 15 分鐘，保物組人員先行至事故現場偵測有無放射性物質外洩時，並未著防護衣及防護面具，此舉恐使作業人員有遭受污染的風險。另同一時間通報本會之內容，未包含 PRM 是否發生警報、人員是否受傷、設備是否異常等說明。最後，整體情節安排與實際可能發生之意外事故有所落差，例如：在墜桶無破損的情形下，卻在墜桶表面及墜落地面擦拭到輕微污染等情節，均與現況不符。廠方說明此次演練與現況不符、污染情境未知，下次演練時將要求同仁依現場實際狀況執行並先確認污染狀況後再進行現場作業。而通報原能會內容將更詳細陳報，以達到意外事故演練之目的。
5. 為確保核一廠放射性廢液處理系統運轉安全，本局每月均落實放射性廢液處理系統運轉之查核，查核包括運轉人員是否持有「放射性廢棄物處理設施運轉人員認可證書」、運轉控制盤面、抄表作業、設備檢修掛卡作業，廢液排放作業及廠務管理情形等。檢查結果摘述如下：因廢控室值班人力相繼退休，111 年 3 月 22 日由包商正式加入廢控室值班，經查值班包商原為核一廠廢料組流體課退休同仁，且重回值班崗位前有實施入廠的輻防訓練及工安訓練，符合規定。6 月例行檢查時，發現雜項廢液 B 串泵浦因運轉時軸封漏水過大造成地面積水、鍋爐間屋頂滲水造成地面積水、4 號集水坑前因上方管路滲水，造成地面積水，此三處均於

開立 CAP 後陸續完成改善。9 月檢查時，發現二號機雜項廢液桶槽、清潔劑廢液桶槽及相關泵浦基座受損且管路出現銹蝕狀況，已開立注意改進事項(FCMA-111-1-2002)要求電廠改善。

6. 為確保電廠廢液淨化殘渣進行水泥固化後之固化體品質，本局每年執行固化作業之固化配比檢查，皆會確認固化配比是否符合「核一廠放射性廢料固化流程控制計畫書」。另依據放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則第七條規定，放射性廢棄物均勻固化處理應依主管機關核准之固化流程控制計畫執行。本局經查 111 年度固化作業之配比與計畫書一致。發現耐候性的測試數據中，有一顆試體為 97.7 kg/cm² 與其他 4 顆之數據差異較大，建議台電公司可將差異較多的抗壓試體進行重測，並檢討存放過程之環境是否有異常。台電公司表示未來試體抗壓測試，會將數據差異較大的試體剔除，以備用試體進行重測。另檢視廢液淨化殘渣固化試體(28 天養生後)抗壓試驗照片與數據曲線，其中養生後抗壓第 4 顆固化體數據曲線，出現 2 段高峰值，此現象應與固化體抗壓接觸面不平整有關，故要求台電公司注意改善試體製作之平整度。台電公司回復會持續注意改善試體製作之平整度，以確保抗壓結果之穩定。

7. 除役期間產生之放射性廢棄物依舊存放於既有之低放射性廢棄物貯存庫，本局對於貯存庫之廢料桶貯存狀況、空調系統、運貯吊卸設備及消防設備運轉情形及廢液集水池運轉情形運轉安全相當重視。111 年間執行現有 2 座運轉中之低放貯存庫營運檢查及 27 號低微污染倉庫(以下簡稱 27 號倉庫)屋頂改善案，檢查結果摘述如下：

- (1) 110 年發現 27 號倉庫屋頂有漏水情事，且台電公司核安處駐核一廠安全小組開立之改正行動計畫，未見廠方對於該倉庫漏水現象有效

改善，本局遂開立注意改進事項(FCMA-110-1-2001)要求廠方儘速採取對策，積極改善。經過今年度複查，27 號倉庫已於 110 年 9 月 16 日完成短期臨時性防水性措施。接續又再進行四周牆面及屋頂浪板拆除、鋼架除銹完成、鋼架補強及 2 道底漆塗裝、屋頂 C 型鋼及新品浪板裝設等作業。惟在新品浪板裝設期間，因 8 月份遇到軒嵐諾颱風影響，台電公司於 111 年 10 月 6 日函報本局，申請延後至 112 年 2 月 28 日前辦理結案。本局於 111 年 10 月 24 日以物二字第 1110003337 號函台電公司同意變更預定完成日期及陳報結案日期。

- (2) 2 月份執行例行檢查並查證 1 號低放射性廢棄物貯存庫運轉狀況時，發現多項缺失，包括：吊車導輪磨耗過度、防撞緩衝柱老化、緩衝柱組立板螺絲鬆動、傳動軸與軸封老化、潤滑油酯硬化、捲揚機鋼索潤滑油酯硬化、齒輪油未例行換油且未定期試運轉、捲揚機電力設備未例行保養清潔、一號吊車電纜線盤螺絲鬆動等。本局為確保放射性廢棄物貯存設施運轉之安全，於 111 年 2 月 22 日開立注意改進事項(FCMA-111-1-2001)，要求積極改善並請台電公司核安處於改善期間實施專案稽查。

8. 不論於機組運轉乃至除役階段，放射性廢液處理系統皆扮演相當重要之角色。本局為確保現階段廢液處理系統之正常運轉，每次例行檢查、廢料系統專案檢查及年度定期檢查時，均列為重要查核項目。檢查內容包括，廢液排放及回收、系統設備之維護與校正、管件是否漏水，以及桶槽液位是否出現異常等現象。111 年度定期檢查，發現以下缺失：追蹤廢液處理系統於今年開立之改正行動方案(CAP)改善情況，有關二號機鍋爐間屋頂發生滲水，致使水滴在鍋爐相關管路及設備乙案

(CAP-111050859)，維護單位以觀察無滲水，先行結案。此舉顯有未確實改善之情事，電廠說明二號機鍋爐間天花板目前狀況正常，將持續觀察；發現 8 月 18 日發現二號機 7 號廢液集水坑液位指示異常，又 8 月 26 日發生 10 號廢液集水坑高液位切換器(Switch)卡住，致使泵浦頻繁起停。經電廠更換水位計與高液位開關(switch)後，前述現象已恢復正常。綜此，上述發現均未影響廢液處理系統之安全運轉。

9. 本局為確保低放射性廢棄物運送申請符合運送法規之要求，於今(111)年度 3 月 4 日、5 月 20 日及 7 月 27 日共執行 3 次核一廠低放射性可燃廢棄物運送至核二廠減容中心進行焚化處理之運輸安全管制作業檢查。為確認低放射性廢棄物運送管制之安全，以及其運送符合審定之運送計畫與要求，檢查項目包括：(1)執行文件記錄查證、(2)現場查核運送車輛輻射劑量是否符合法規限值、(3)運送中確認運送車隊車速是否按照道路標誌規定、道路運送作業是否派有隨車輻防人員、車隊是否隨意停靠及載運其他危險品等。今年度每次檢查均於運送前查證駕駛之酒測值為零且精神狀況良好，並具備道路危險物品運送人員專業訓練證明書。另放射性物質安全運送檢查表、運送車輛特殊輻射污染偵測表、緊急應變裝備表、隨車輻防裝備表、低放射性可減容廢棄物運輸作業查核表等文件皆依規定填寫。本局視察員當場以手持式輻射偵檢器確認駕駛座、車輛表面及二公尺處運送劑量符合規定。檢查貨櫃依規定張貼聯合國編號標示牌(編號 UN-2915)，張貼屬於放射性物質第 7 類並依規定註明運送指數。惟 7 月 27 日檢查時，發現運送低放射性可燃廢棄物之車輛輪胎鋁圈有數顆均已銹蝕，為確保低放射性廢棄物運送安全，遂開立管制追蹤事項要求台電公司改善。此項缺失於年底前皆已改善完成。

肆、未來管制重點

核一廠兩部機進入除役階段已逾 3 年，因應除役計畫重要管制事項及核一廠實際執行之除役作業，此期間仍持續進行機組定期維護與測試作業，故安全相關系統及設備仍需持續運轉且需定期維護。除機組設備之維護保養，核子反應器外圍設施(例如：氣渦輪機、廢棄物壕溝與 27 號倉庫改善案)拆卸或整修過程皆會產生放射性廢棄物。本局為確保核一廠放射性廢棄物各項營運作業安全與落實品質管制之精神，依法嚴密監督該廠各項營運及改善作業，未來管制重點如下：

- 一、建立核物料設施管制事項追蹤表，每季定期審視台電公司辦理現況與本局管制情形。
- 二、為確保核一廠放射性廢棄物營運自主三級品保作業之落實，每月定期查核台電公司之文件紀錄。
- 三、加強查核廠房內放射性廢棄物檢查分類收集作業，確保核一廠力行放射性廢棄物減廢工作。
- 四、對於廢液處理系統各集水池之飼入量與各設備洩水作業，持續監控是否異常並分析其來源與回收率。
- 五、稽查放射性廢棄物處理系統及設施之運轉及設備維護情形。
- 六、加強查證各貯存設施內之各項設備維護保養作業及倉貯管理，確保除役期間設備正常運轉與低放射性廢棄物貯存安全。
- 七、為確保自主管理之功效並提升廠務管理之整潔度，加強查核核一廠各負責區域之主管人員走動管理。
- 八、嚴密審查台電公司於除役期間之申請報告，督促該公司做好放射性廢棄物管理，並確保各項作業符合相關法規要求。

伍、結語

自從核一廠邁入除役階段後，本局為確保其放射性廢棄物處理及貯存系統運轉安全，依法嚴格管制並查核各項設施或系統操作人員之運轉資格。首先查證台電公司本(111)年度各項放射性廢棄物處理及貯存相關作業之三級品保作業執行情況，其自主發現之缺失皆已立案進行追蹤、改善，結果未發現異常情形。

廢棄物壕溝除役完成之檢查，本局除依法嚴密審查除役完成報告，另台電公司依「放射性物料管理法」第 23 條第 3 項規定，報請本局執行「核一廠廢棄物壕溝除役完成」專案檢查，本項檢查於 112 年 8 月 2 日順利辦理完成。檢查結果確認台電公司已依據核定之「核一廠廢棄物壕溝清除作業計畫」完成除役；廢棄物壕溝除役後場址，經審查及檢查符合「放射性物料管理法施行細則」第 19-1 條第 2 項「其對一般人造成之個人年有效劑量，不得超過 0.25 毫西弗」之規定；廢棄物壕溝除役，符合放射性物料管理法第 23 條第 5 項，於 15 年內完成。全案經審查及檢查合於法規要求，本會於 111 年 8 月 17 日發函台電公司准予解除除役管制。

台電公司於核一廠除役期間，因應設備維護、拆除作業之執行，仍須依靠既有之放射性廢棄物處理系統進行相關之固化作業與廢液處理，並將其產生之放射性廢棄物存放於現有的低放貯存庫中。本局為確保核一廠內之放射性廢棄物處理、貯存系統之運轉除安全，除派員以定期或專案方式加強檢查外，對於台電公司之核能安全自主管理，藉由其文件紀錄查核，可確認並追蹤不符規定項目之改善進度。最後，要求減廢作業之落實、監控廢液處理系統運轉安全與每年查證意外事故演練作業，將減少危害發生之頻次，使電廠的放射性廢棄物設施運轉更安全。