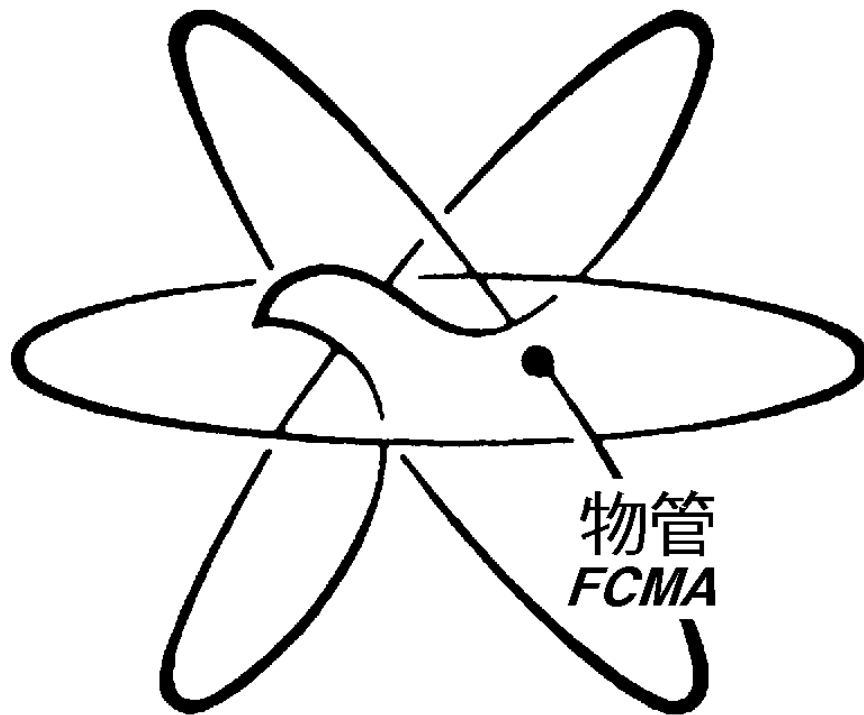


九十八年台電公司核能二廠 放射性廢棄物營運管制報告



行政院原子能委員會放射性物料管理局

民國 99 年 4 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	8
伍、結論	9
附件：核能二廠一號機 EOC-20 大修廢棄物營運檢查報告 . .	12

98年台電公司核能二廠放射性廢棄物營運管制報告

壹、前言

行政院原子能委員會放射性物料管理局（以下簡稱本局）為管制核二廠（以下簡稱該廠）放射性廢棄物之處理及貯存設施營運安全，除平時派員至該廠進行例行檢查外，每年亦針對其廢棄物整體營運與管理，執行定期檢查。希望藉由例行檢查早期發現作業之缺失，要求改善；另在定期檢查期間，瞭解各處理系統長期連續運轉之狀況、維護與保養情形、減廢執行成效、倉貯及品保紀錄等，以確認該廠之廢棄物營運安全，並防範可能發生之意外事件。

貳、管制作業

該廠為處理、貯存其所產生之低放射性廢棄物，設有放射性廢液處理系統、固化處理系統及廢棄物貯存倉庫。為確保上述系統及貯存倉庫運轉安全，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，並依規劃執行廢棄物營運之例行檢查與定期檢查，另視需要執行專案檢查及各類申請案審查工作。98年度本局執行核二廠營運管制作業之重點如下：

- 1.巡視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之營運現況。
- 2.檢查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。
- 3.檢查各設施內重要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。
- 4.檢查廠內各廠房設施廢棄物運送及貯存吊運作業。
- 5.查證廢棄物處理主要設備運轉作業，是否符合運轉程序書要求。
- 6.督導廢棄物營運設施之異常事件回報、調查、處理與追蹤後續辦理情

形。

7.審查該廠放射性廢棄物營運各項申請案。

8.其他有關放射性廢棄物營運安全之管制及審視工業安全管理（工安、消防、保安及人員訓練）。

參、管制績效

一、放射性廢棄物產量管制

核二廠98年放射性廢液全年日平均飼入量為38,850加侖/日(GPD)，遠低於安全分析報告之設計值76,520 GPD，為該值之50.77%；其中低導電率廢液為30,036 GPD(占77.31%)，高導電率廢液為8,814 GPD(占22.69%)。放射性廢液年平均回收率為100%，除了符合安全分析報告(FSAR)90%以上之規定，並超越97年的95.29%，績效卓著；廢液每日平均飼入量較去年減少664 GPD，主要原因為該廠98年度一部機組大修，期間各項廢液及系統洩水管制作業得宜，大修洩水管制作業之洩水挪移也都事先規劃得當，檢修作業順利，無重覆掛卡洩水情形，且其他各支系統都穩定運轉，有效減少大修期間之洩水量，使廢液飼入量有效控制在40,000 GPD，抑低至FSAR值約1/2的水準。

放射性廢棄物產量方面，共產生固化桶59桶、脫水樹脂433桶、可燃廢棄物580桶、可壓廢棄物172桶、其他廢棄物 164桶（廢油56桶、保溫材106桶、爐心偵測元件2桶），共計1,408桶，又比97年產量1,553桶減少9.34%，可見該廠積極努力減廢，已顯初步成效。

二、廢棄物營運檢查

98年度本局就該廠廢棄物營運相關業務共執行8次例行檢查、1次年度定期檢查、1次廢棄物處理系統維護專案檢查、2次廢液控制室夜間不預警檢查及1次機組大修廢棄物營運作業檢查，檢查發現摘要說明如下：

(一) 廢液處理系統：

1. 查閱大修作業時之洩水、洩油管制作業，均有依該廠程序書

266/266.1 規定，作業過程如下：

先由檢修單位提出“設備檢修工作連絡書”，填寫工作內容，再由維護經理／課長審核是否需洩水、洩油工作。經核章後再送至值班經理／機組值主任審核是否需洩水、洩油。經評估若是需要洩水、洩油時，機組值班主任通知廢液管制小組，隨同機組值班員到現場勘查了解系統設備狀況，隔離閥及洩水、洩油途徑。最後由廢液管制人員勘查現場，如需另接洩水管，則將臨時洩水管接上；若勘查結果需更改洩水途徑，則通知洩水、洩油工作負責工程師更改。

經查洩水過程中閥門及開關均依規定掛卡隔離，且洩水完成後需經洩水小組與值班主任確認後始可消卡，洩水(油)管制截至本局大修檢查時已累計共有 99 件，工作聯絡書等成套文件均經由檢控組(位於主控室)負責管制。經查檢控組負責之值工師均有依相關規定執行洩水、洩油管制工作，並將大修洩水管理作業計畫與預定執行時間及預估水量公告於該廠內部網頁。

2. 在雜項廢液處理系統中，將耗乏活性炭及樹脂移除更新作業時，是使用臨時之高壓軟管直接伸入二樓活性炭與樹脂槽內，再利用泵抽至位於一樓的內襯塑膠不銹鋼桶暫存，雖然現場管制作業均有事前準備，應無輻安與工安問題，而此作業方式效率較高且較不容易於管內堵塞；但經查程序書 369 之規定是項作業均為線上卸排，程序書內並未規範清槽之臨時拉管方式。本項檢查發現已請該廠增修程序書，以符合實務作業方式，該廠亦已完成修訂程序書。

3. 11月3日13:30，儀控組人員於雜項廢液處理廠房中執行調節槽(SURGE TANK，設備編號： 0T-169A/B)液位設定之設定點變更

工作(申請單編號：OP-98-408/409)，在修改後將電腦控制畫面切回運轉人員監控畫面時，發生運轉狀態資訊與實際情況有落差，以致廢油收集槽發生溢流（因LF-HV-241A/B均無法開啟）。

廢油收集槽(OT-173)防溢堤內之廢油，主要侷限於該收集槽室內，並未擴散至其他區域，僅少部份廢油因溢流時噴濺至水泥地面及水溝槽內(無流動水)，經清理偵測後均無污染，對環境無任何影響，保健物理人員環境取樣分析結果顯示亦皆正常。

由於本事件之過程與事後之檢討報告及改善措施，該廠均未針對「雙重確認」進行檢討，本局於98年11月13日開立「注意改進」事項。要求該廠檢討改進，核二廠於99年1月4日提出程序確認等多項改進措施向本局申請結案，經本局審查後已同意結案。

(二) 固化處理系統：

1. 改善「高減容固化系統」計畫中，由於 OP-332 泵受限於廠房空間使槽體間之高程產生落差，因此較易發生故障，該廠將此問題進行解決。OP-332 泵之設置目的在於將「軟化冷卻槽(編號：OT-265)」中的廢料打至「混合廢漿計量槽(編號：OT-266)」，但軟化冷卻槽高程較混合廢漿計量槽為低，以致某些情況無法有效抽料，而且此泵僅設置為單串，若需進行現場維修而槽內仍有廢棄物時，會因現場劑量過高而增加維修困難度，進而影響維護品質。該廠已在 98 年 6、7 月廢棄物系統大修時執行設計變更(編號：DCR-3715)，於該處增設 B 串泵，將槽內廢棄物抽除後，始執行維修作業，將可避免高輻射劑量之作業環境。
2. 查閱核安處駐核二廠安全小組 98 年之檢查紀錄文件，內容詳實完整，對提昇廠內放射性廢料營運安全，有正面助益。另查閱固化試體抗壓測試紀錄，品質組均依規定派員查證，符合程序書要求。

(三) 乾性廢棄物及倉貯作業管理：

1. 於三號貯存庫檢查廢棄物搬運作業時，發現在該貯存庫內叉動車搬運自卡車載運之廢棄物至庫內棧版放置時，叉動車搬運路線是以倒車方式行進，恐有工安事故之虞，因運送廢棄物所使用載具是上下掀式貨櫃，故無法使用橋式吊車。故該作業方式恐因叉動車駕駛不注意，而有可能發生撞擊輸送運送路線旁電盤箱事故之虞，本項檢查發現於98年7月2日開立注意改進事項請該廠改進，後續該廠檢討將貯存庫內該區域之空氣壓縮機移開，使叉動車有迴轉空間而正向行進，並加強路線之地面標示，叉動車運送廢棄物盛裝容器進貯存庫之安全因此而提升，本注意改進事項已於98年7月28日向本局提出結案申請，經本局審查後同意結案。
2. 98年12月9日執行年度定期檢查時發現一號廢棄物倉庫之廢棄物壓榨機管制區內放置防護罩及安全帽，為避免污染及輻射防護作業考量，已請該廠考量是否應將其置於管制區外。該廠已將防護罩及安全帽取出，並除污乾淨；未來會置於管制圍籬外備用。
3. 審視該廠各低放射性廢棄物貯存庫內設置之監視系統，發現尚未建立平日維護保養及檢查機制，已提醒該廠應重視「預防重於保養，保養重於修護」之觀念，並建議該廠應建立平日維護保養及檢查程序書，以保持設備可用性。該廠承諾各廢倉監視系統將列入保養及檢查範圍。

(四) 一定活度及比活度以下廢棄物外釋計畫作業：

依該廠廢金屬外釋計畫，預計共有450公噸積存廢金屬將陸續解除管制，98年全年已有17公噸完成除帳程序，此批外釋廢金屬已執行完畢「表面輻射劑量率量測」、「比活度分析」、「加馬核種分析」、及以比例因數推導難測核種比活度(均有偵測紀錄)。目前這些解除管制之廢棄物均貯存於一般廢棄物倉庫中。

(五) 廠務管理及減廢：

1. 98年大修時廠方採用「清潔物件再利用盛裝袋」盛裝拆卸之清潔保溫棉，盛裝袋上並有編號管制，各承商向廢料組申請領用，當施工完畢後可將保溫棉重複使用，可避免保溫棉絮遭污染或是粉塵污染工區，經各承商使用後反應效果良好，本局亦予以正面肯定。
2. 由於台電公司考量整體運轉，自92年起執行核能電廠粒狀樹脂不再生，使粒狀廢樹脂產量有升高情形。核二廠97年廢樹脂年產量為515桶，98年廢樹脂產量為358 桶，與當時樹脂再生所規劃之樹脂產量限值1320 ft³（約計186 桶／年），仍有落差。本局已於98年底要求廠方設法再降低廢樹脂產量。

（六）申請案件審查：

該廠於98年間未申請廢棄物營運設施之送審案件，僅於98年3月9日函送本局申請濕性高減容固化處理系統運轉人員合格證明書之換發作業，本局依核發作業要點之規定進行審查，經審查結果均符合規定，同意核發合格證明書，98年度共計核發換發申請2張合格證明書。

三、核二廠廢棄物營運管理措施及績效

綜合上述管制績效可知該廠營運管理措施及績效說明分述如下：

- （一）實施洩水/油、化學品管制，有效抑減廢液飼入量，致近五年廢液平均飼入量抑低至 39,090GPD、取樣槽廢液回收比率達 98.15%以上，自 94 年創下歷年最佳績效，持續抑低至 FSAR(76,520GPD) 限值之一半；而固體廢棄物產量亦抑減至歷年來之最佳成績。
- （二）該廠定期召開減廢系統討論會議，檢討追蹤減廢趨勢及成效，研擬有效的減廢措施及方案，廢液飼入量連續三年皆抑低至約 FSAR 值之一半，加上高減容固化系統一如預期發揮減容效果，使得固化廢棄物產量抑低至 59 桶，創歷年來最佳績效。
- （三）本年度共執行#1 機 EOC-20 大修，大修期間確實執行乾性廢棄物

減量計畫，在該廠各部門全力配合、「廢料處理組」不定期組隊現場巡查及輔導包商落實減廢工作下，大修乾性廢棄物產量能抑低至 32,816 公斤，創歷次大修最佳績效。

- (四) 在執行化學品進廠管制、採行粒狀廢樹脂不再生及增設紫外線處理器抑減 TOC 等策略後，有效改善廢液回收水質，使得全年平均廢液回收 TOC 值下降至 133ppb。
- (五) 規劃廢液儲存槽清槽作業，並完成廢料處理系統計畫性檢修作業，改善水質並提高系統設備可用率以維持系統正常及安全地運轉。
- (六) 加強分類篩選適合除污之廢金屬並提昇除污效率，使全年除污合格的廢金屬共計 52,903 公斤(換算計 265 桶可壓廢棄物)，大幅減少放射性可壓廢棄物產量，待將來依「一定活度或比活度以下放射性廢棄物管理辦法」解除管制。

肆、未來管制重點

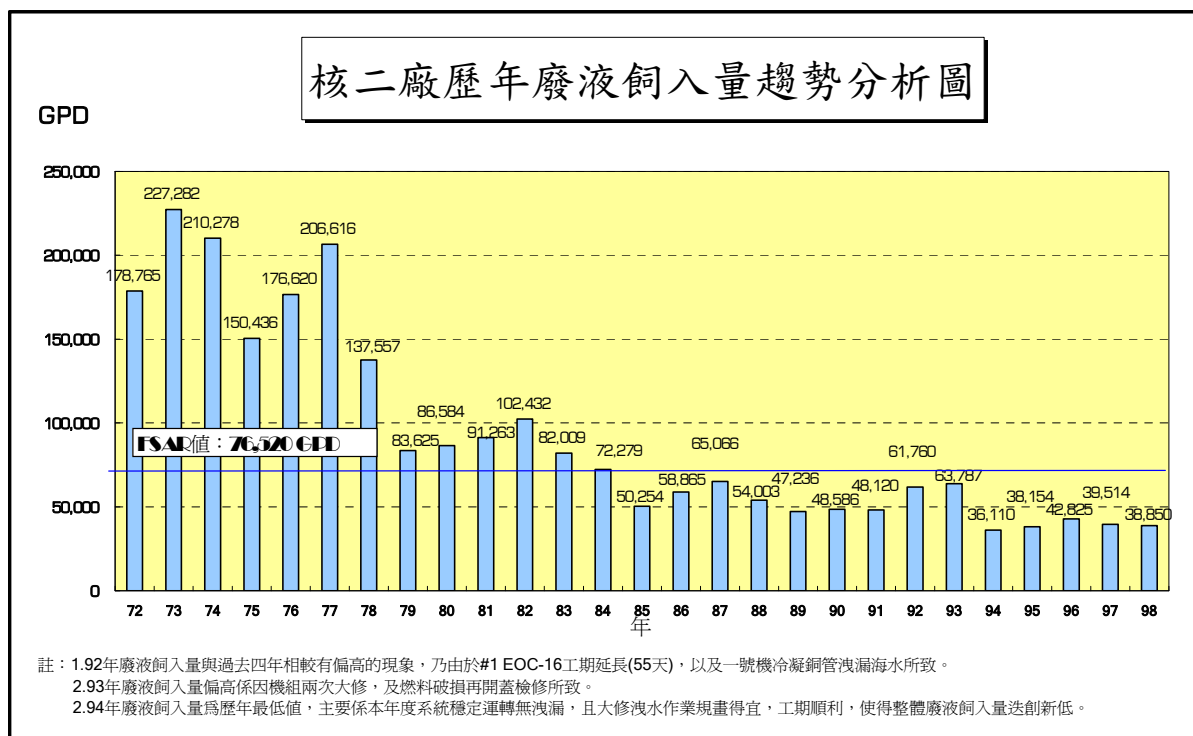
- 一、放射性廢液處理系統方面，將加強該廠設備維護作業之管制，並對該類系統之機械設備及儀器控制之定期維護、校驗及品管等作業加強檢查。
- 二、乾性廢棄物管制方面，除肯定廠方積極執行減廢相關措施之成效外，並將加強檢查廢棄物之分類及相關管理作業。
- 三、倉貯檢查方面，本局將加強督促廠方放射性廢棄物之倉貯管理，並要求該廠對貯存庫內之各項設備加強維護保養。
- 四、本局將針對該廠一定活度及比活度以下廢棄物之外釋作業執行檢查，查核外釋作業執行是否依循核准之作業計畫。
- 五、配合原能會執行機組大修之廢棄物營運作業檢查，重點包括乾性廢棄物分類抑減管控、系統洩水/洩油及化學物品管制，以及廢棄物營運之核安品保作業等。

伍、結論

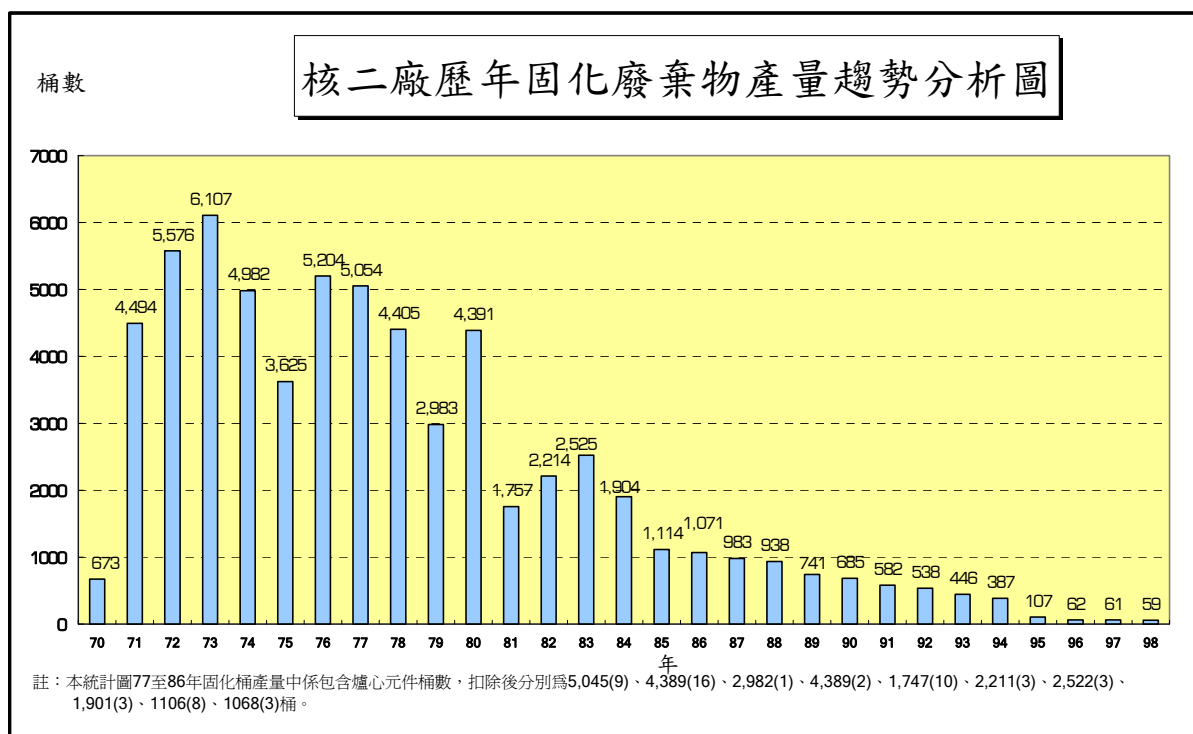
98年度該廠之放射性廢棄物營運，在廠方積極努力及本局之檢查管制要求下，放射性廢液每日平均飼入量，遠低於安全分析報告之設計值，除洗衣廢水符合排放法規標準排放外，系統廢液經處理後之回收率高達 100 %，固化廢棄物之年產量59桶，較往年為低，其主因為溼性高減容固化處理系統順利運轉及廠方人員努力用心的運轉成果。而粒狀廢樹脂及乾性廢棄物年產量，因98年度機組進行一次大修，其產量仍能控制於合理範圍內，顯現廠方減量管控績效良好。98年固體廢棄物桶總產量(1,408桶)較97年(1,553桶)抑減9.34%，整體減廢效果亦有優秀表現，達到永續經營目標。相關營運趨勢圖如後附圖一、二、三、四。

由核二廠放射性廢棄物在98年度的營運實績可看出，一座核能電廠的放射性廢棄物在經營者用心的自主管理，以及管制機關的合理要求，將共同創造永續發展的成果，在此進入立國百年之際，期許放射性廢棄物的從事人員更加努力，才能將共同戮力所維護的環境完整地交給後代子孫。

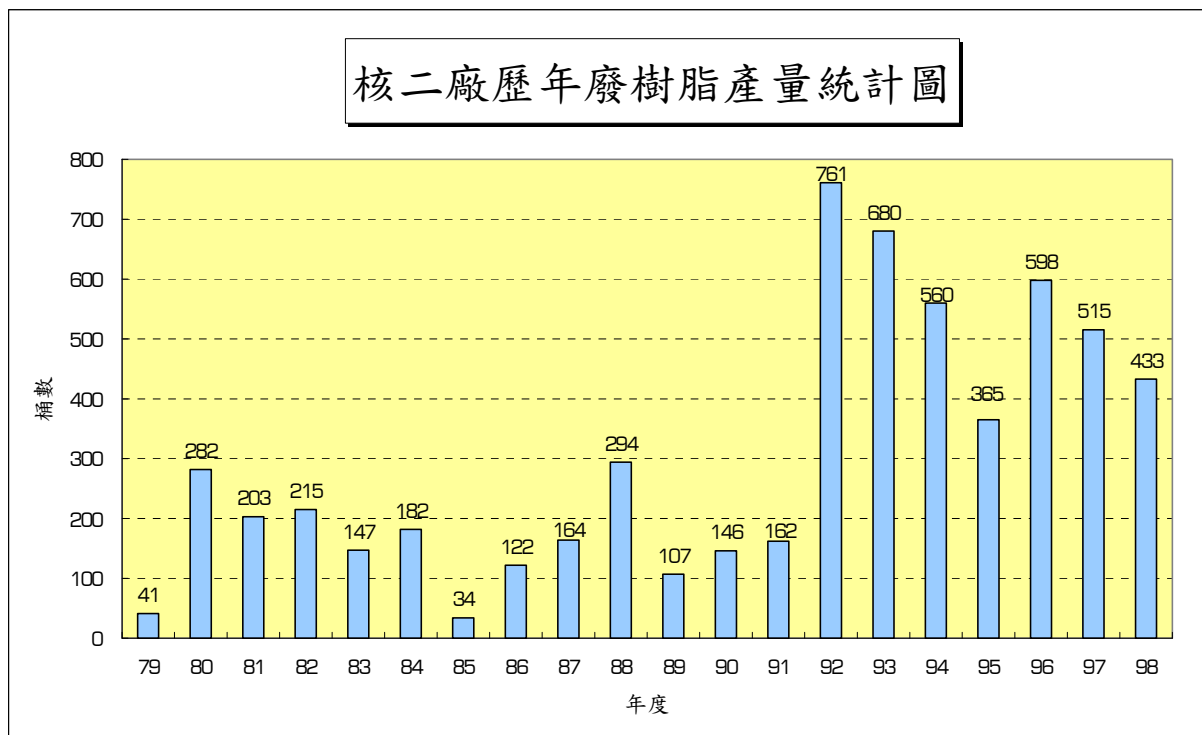
附圖一



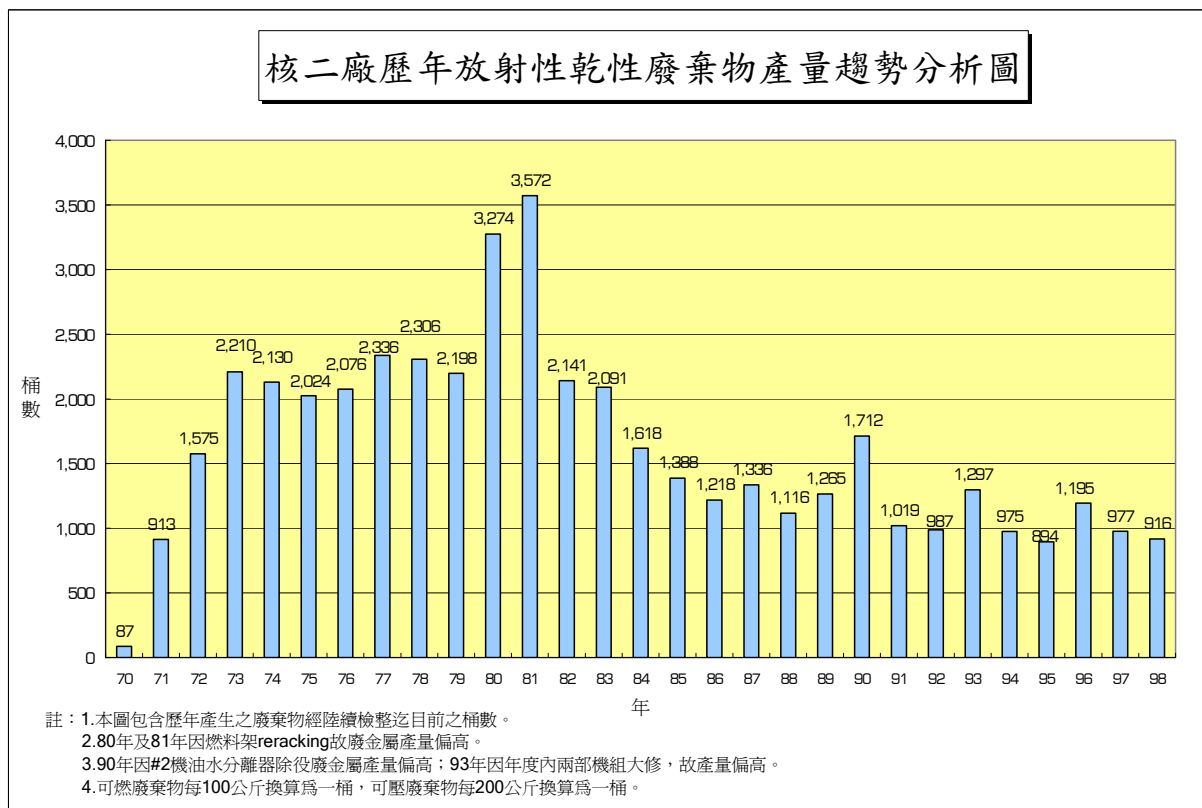
附圖二



附圖三



附圖四



附件：核能二廠一號機

EOC-20大修廢棄物營運檢查報告

核能二廠一號機 EOC-20 大修 廢棄物營運檢查報告

一、檢查目的

為督促各核能設施廢棄物處理系統正常運轉，減少機組大修期間廢棄物之產量，增進廢棄物貯存安全，核能二廠一號機 EOC-20 大修期間，加強乾性廢棄物、系統洩水/洩油、化學物品攜入廠房之管制及要求核安處進行廢棄物營運之核安品保稽查，俾確保機組大修期間廢棄物相關系統之正常運轉，亦可提升廢棄物整體營運績效及品質。

二、管制措施

(一) 乾性廢棄物管制

為降低乾性廢棄物產量，要求核二廠在機組大修期間，加強乾性廢棄物分類與管理，核二廠採行下列措施。

- 1.修訂計畫：核二廠依據以往大修經驗回饋，修訂大修乾性廢棄物減量計畫，以利落實執行。
- 2.加強宣導：核二廠廢料課利用課務、擴大廠務及大修前 ALARA 會議對同仁及包商宣導廢棄物減量作法及規定。
- 3.巡視糾正：核二廠廢料課人員提高廠房巡視頻率，發現問題立即追查、糾正。
- 4.專人執行：大修期間於汽機廠房派專人執行廢棄物分類，分類可放行之廢棄物，並設置簡易除污區進行除污工作。
- 5.全力除污：對適合除污之廢金屬儘可能挑選出，並進行除污工作。
- 6.明訂罰則：於包商合約中，訂定更明確之違反廢棄物減量規定的罰款辦法。

(二) 系統洩水/洩油管制

為減少廢液飼入量及維護回收水質，要求核二廠在機組大修期間，加強系統洩水/洩油之管制，核二廠採行下列措施。

1. 大修期間擬定洩水/洩油管制計畫，並規劃各工作職掌、組成、處理流程及罰則等。
2. 成立洩水管制小組，主要工作為大修期間執行各項檢修工作之洩水、洩油、化學品及有機物品管制、積水/積油處理及巡視是否有不當或未經許可之洩水情形，現場查證洩水途徑分類是否適當，洩水孔是否暢通等。
3. 廢控室值勤人員在大修期間，隨時掌握全廠各集水池狀況，並與主控室密切協調，將所有收集槽廢水處理至低水位，以免影響大修洩水作業。

(三) 化學物品攜入廠房管制

為避免廢液受到不必要化學物品污染，造成廢液處理困難，要求核二廠在機組大修期間，加強化學物品攜入廠房管制，核二廠採行下列措施。

1. 在大修前於各大修相關會議中，向員工及協力廠商宣導化學品使用須知，培養良好工作習慣，減少不當攜入或任意使用之情形。
2. 明訂罰則，對未依規定違規使用之員工或包商，先開立勸導單；若仍有再犯，則依罰則處予罰款，以確實有效控管化學物品之攜入。

(四) 廢棄物營運核安品保稽查

為落實大修期間廢棄物營運作業安全及品質，要求台電核安處加強廢棄物營運核安品保稽查。核安處已於事前將廢棄物管制作業納入台電總處稽查計畫內，其規劃項目計有大修洩水/洩油管制、有機化學品管制查核、液體排放管制、乾性廢棄物收集分類作業查核及原能會關切事項等，將依其需要執行重點品保稽查。

三、檢查發現

為因應乾性廢棄物管制及減廢目標，核二廠廢處組已事先規劃

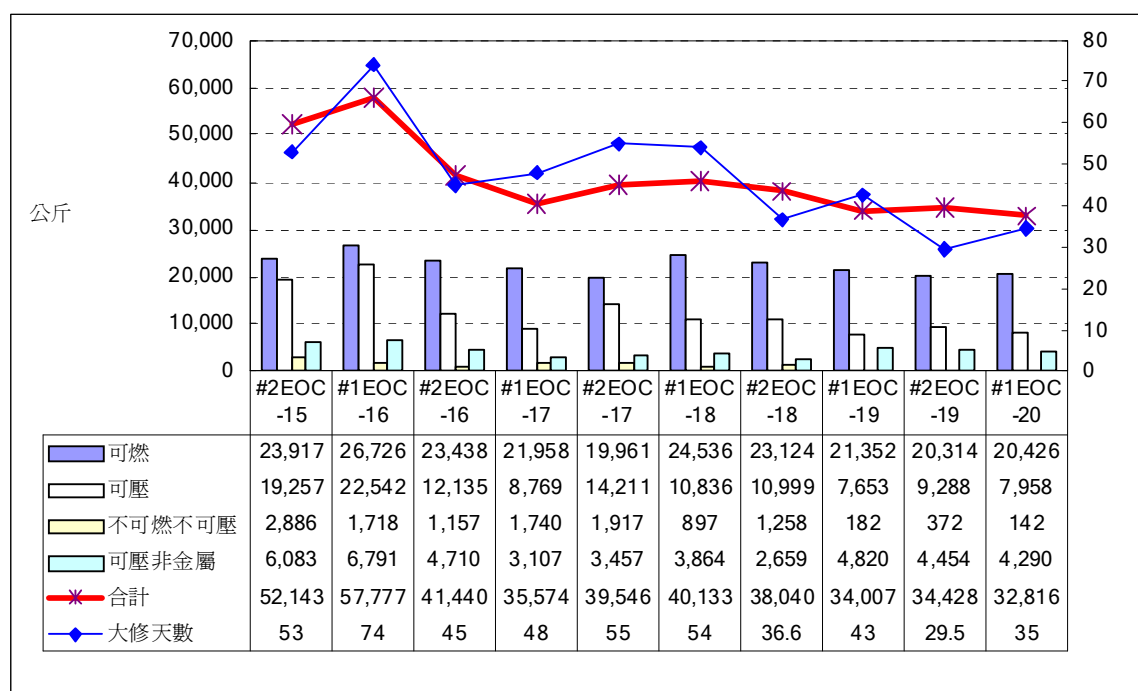
『#1 機 EOC-20 大修乾性廢棄物減量計劃』，並以「來源管制」、「動態管理」與「除污減量」等三大減廢主軸執行放射性廢棄物減量之管制，並依照各「維護課」所提報之廢棄物預估產量排序前五項工程，列管追蹤其廢棄物產生狀況，另於管制站派員查核清潔物料外包裝及透明塑膠袋進入管制區內情形及並加強污染與無污染廢油之分類等減廢管制措施，藉以有效抑減乾性廢棄物產量。另廢處組按各「維護組」所提報之工作或工程廢棄物預估產量每日進行產量趨勢分析追蹤，確實掌控產量變化情形，期有效達成減量目標。

本次大修產生可燃廢棄物 20,426 公斤、可壓廢棄物 7,958 公斤(接收量為 29,355 公斤，可除污抑減 21,397 公斤)、不可燃不可壓廢棄物 142 公斤、可壓非金屬 4,290 公斤，合計 32,816 公斤。與近三次大修平均值及同部機前一次大修產量比較(表一)分別如下：可燃廢棄物抑減 5.42%、4.33%，可壓廢棄物抑減 14.55%、增加 3.99%，不可燃不可壓廢棄物抑減 76.50%、22.40%，可壓非金屬廢棄物增加 7.85%、抑減 11.00%，合計總產量抑減 7.54%、3.50%。依各類廢棄物接收量統計分析及近十次大修乾性廢棄物產量趨勢圖如下：

近三次大修放射性乾性廢棄物產量統計與本次大修產量比較表

大修別	日期	天數	可燃	可壓	不可燃 不可壓	可壓 非金屬	合計	日平均
#2EOC-18	96/04/14~96/05/20	36.6	23,124	10,999	1,258	2,659	38,040	1,028
#1EOC-19	96/09/06~96/10/18	42.8	21,351	7,653	183	4,820	34,007	791
#2EOC-19	97/11/14~97/12/13	29.5	20,314	9,288	372	4,454	34,428	1,167
平均值			21,596	9,313	604	3,978	35,492	995
#1EOC-20	98/3/9~98/4/12	34.5	20,426	7,958	142	4,290	32,816	951
與前三次大修平均值比較			-5.42%	-14.55%	-76.50%	+7.85%	-7.54%	-4.45%
與#1EOC-19 大修值比較			-4.33%	+3.99%	-22.40%	-11.00%	-3.50%	+20.23%

近十次大修乾性廢棄物產量趨勢圖

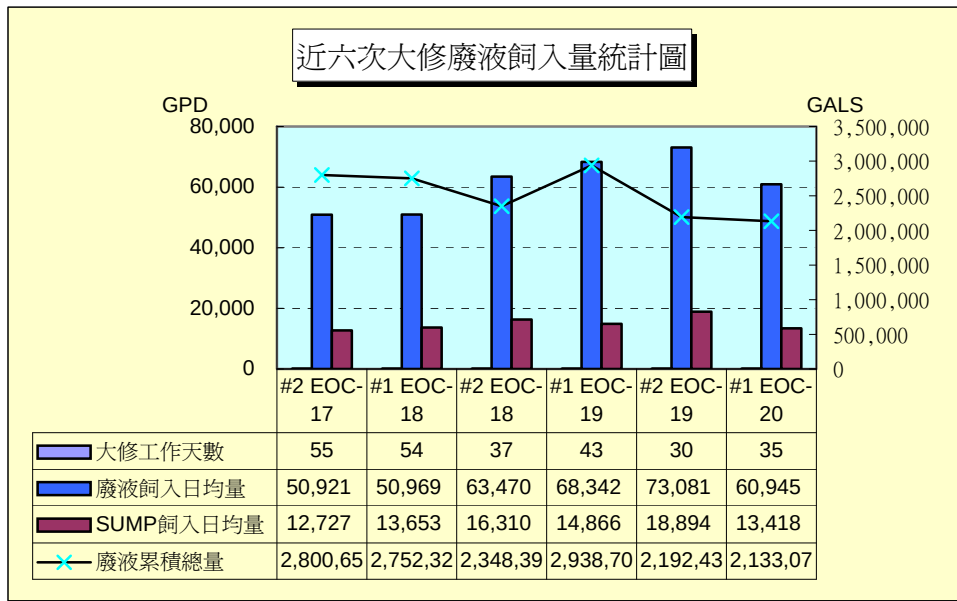


就本次大修乾性廢棄物產量與歷年大修產量相比，大部份產量皆有減少趨勢，而近三次大修(含本次)乾性廢棄物產量平均值亦已降至 33,750 公斤左右，持續維持乾性廢棄物減量趨勢，另大修廢棄物產量主要受至 DCR 汰換工程多寡影響，導致 DAW 接收量增加許多，但在廠方廢處組及相關部門人員共同努力與嚴格管控下，金屬類廢棄物由於其污染性質，經除污合格率仍可維持在 78% 左右，致使本次大修之 DAW 產量得以有效抑低，足見廠方廢棄物營運人員的努力及管理績效良好。

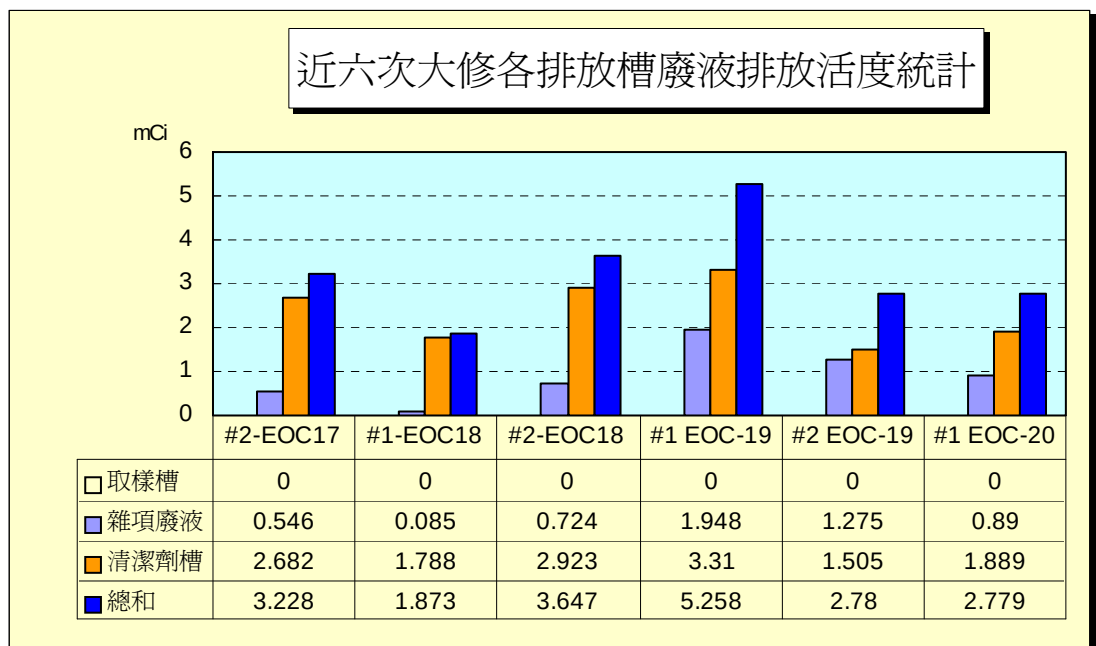
在系統洩水/洩油管制及化學品攜入廠房管制方面，也能依照相關規定執行管制，各主要系統之洩水工作亦依事先規劃據以執行，對於此次大修期間廢液回收之 TOC 平均值為 133ppb，為歷次大修以來最低值，而排放活度累計為 2.779mCi，雖與前次大修的 2.78 mCi 相當，但因本次天數較長，故仍應屬進步。機組集水池洩水飼入量日平均 13,418gpd，大修期間平均總廢液飼入量為 60,945gpd，在現行大修工期較短下廢液的飼入均量較前三次大修來的少，執行管制績效應值得肯定。

各項實施成果績效：

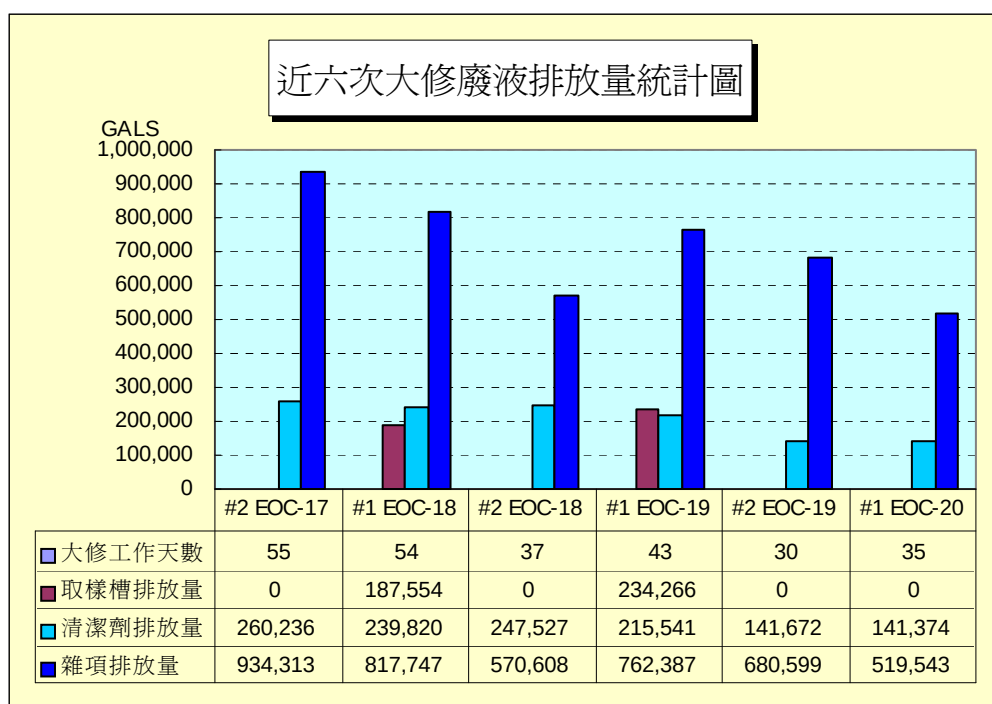
(1)廢液飼入量統計：(03/09~04/12)



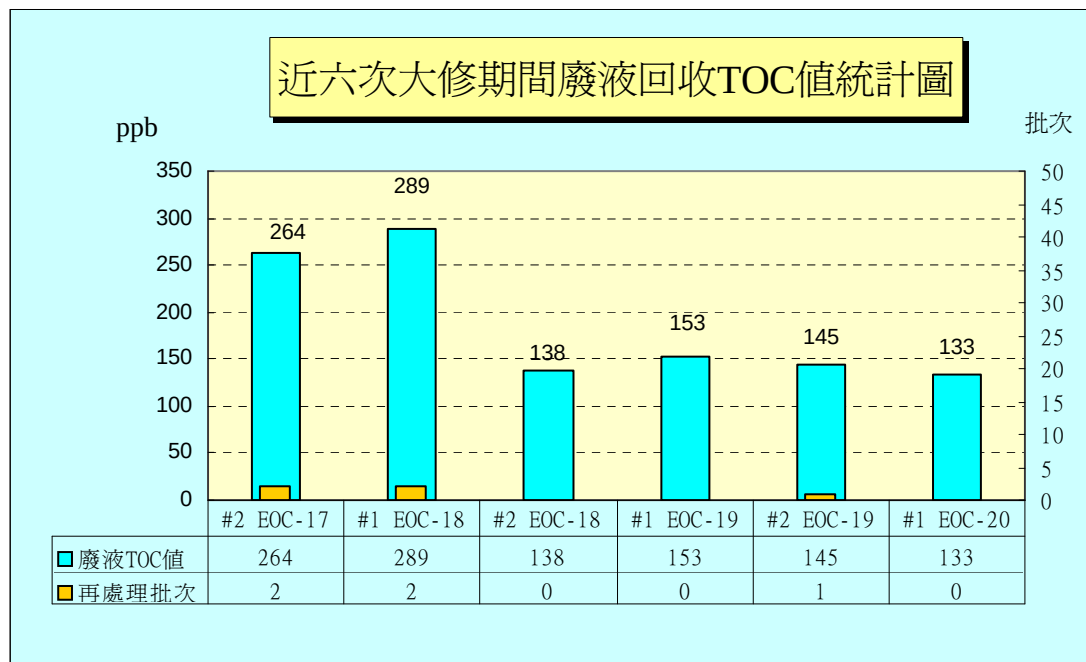
(2)放射性廢液排放活度(03/09~04/12)：



(3)廢液排放水量統計：(03/09~04/12)



(4)大修廢液回收 TOC 值統計分析：(03/09~04/12)



對於台電核安處針對本次大修期間所執行之廢棄物營運作業品保查核，係依大修核安品保稽核規劃之項目執行重點查核，其查核結

果均符合要求，無開立品質改善通知紀錄均詳實。另化學物品攜入廠房管控作業，廠方於機組大修前雖已先行宣導，唯廠方執行管制單位仍對承攬商開立七張化學物品之攜入與攜出勸導單，但無再犯情勢發生。

四、總結：

由本次大修期間廢棄物營運檢查結果，除發現部份與營運安全無關之小缺失外，並無重大異常發現及違規事件，且系統洩水管制及 TOC 控管均能符合程序書要求，大修期間亦無異常洩漏狀況，也無因 TOC 過高無法回收 CST 而須執行排放情形；廢棄物營運核安品保稽核亦能遵照機組大修前會議決議事項本局所提出之要求，執行相關規劃及重點式檢查，檢查結果無發現異常，也無開立品質改善通知（CAR）；乾性廢棄物產量以總量趨勢管控，隨時掌握現場產量狀況，廢棄物產量均能管制於預估範圍內。有關本局所提之檢查發現，台電公司已彙整相關答覆及改善承諾送本會持續列管中，本局將於日後例行檢查期間予以查核改善執行成效。

核二廠一號機 EOC-20 大修廢棄物營運管制作業，在廠方事先嚴密規劃及嚴格控管下，已確實做好乾性廢棄物管理及抑減、系統洩水/洩油管制、化學有機物品攜入廠房之控管等相關工作，再配合台電核安總處積極努力執行核安品保稽核，已使本次大修廢棄物營運管理之整體品質及績效均能控制在良好範圍內，此亦能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。