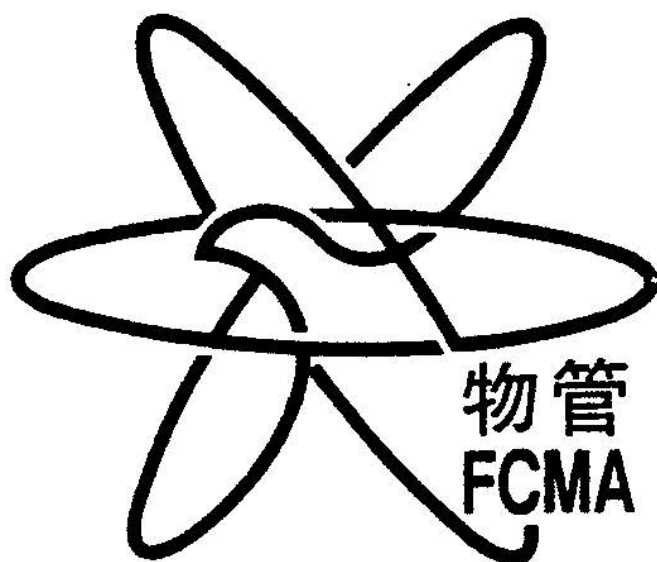

96 年台電公司核能一廠 放射性廢棄物營運管制年報



行政院原子能委員會 放射性物料管理局

民國 97 年 7 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
附圖一至五	16

96 年台電公司核能一廠放射性廢棄物營運管制年報

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液體及固體廢棄物。由於這些廢棄物含有放射性，不得任意棄置或委託民間一般廢棄物代處理廠商處理。因此在核能電廠內必須設有放射性廢棄物處理系統，將運轉所產生的放射性廢棄物予以減量、減容，再加以安定化後妥善貯存。核能設施放射性廢棄物管理的目的，即為抑低放射性廢棄物的產生與確保放射性廢棄物之妥善處理。

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，除監督各核能設施液體與固體放射性廢棄物處理系統及貯存設施之運轉外，並依職責管制上述作業與設備。另本局對核一廠(以下簡稱該廠)除不定期派員進行例行檢查外，每年均針對其放射性廢棄物整體之營運管理，執行一次定期檢查。藉由例行及定期檢查，瞭解各處理系統長期運轉之狀況與維護保養情形、減廢執行成效、倉貯與品保紀錄、注意改進事項或違規事項之改善及後續追蹤狀況等。檢查期間，檢查人員與現場操作人員及設施管理者充份交換意見，以增進各設施之放射性廢棄物營運安全，並防範意外事件發生。

貳、管制作業

本局檢查人員依據放射性物料管理法第 22 條之規定執行檢查工作，96 年度就該廠共執行 7 次例行檢查及一次定期檢查作業，並已完成下列管制工作：

- 一、巡視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放射性廢棄物營運之現況。
- 二、檢查放射性廢液處理系統運轉狀態，巡視機件洩水、地面洩水，化學處理廢液及洗滌液之收集、處理與回收等設備。
- 三、檢查固體放射性廢棄物處理系統運轉狀態，巡視廢棄樹脂、過濾殘渣、污泥等溼性放射性廢棄物之收集、前處理與固化設備等，以及固體放射性廢棄物之除污、回收、減容等處理作業及可解除管制廢棄物之整理。
- 四、檢查核能機組大修作業有關放射性廢棄物及核能後端營運相關作業之安全。
- 五、查證放射性廢棄物營運設施異常事件之回報、處理與調查等相關紀錄。
- 六、審查核一廠相關營運報表，依據放射性物料管理法第 20 條規定要求，核一廠定期提報「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」送本局審查。本局管制人員藉由報表之審查，可充分掌握放射性廢棄物營運管理狀況。

參、管制績效

- 一、放射性廢棄物產量管制

在放射性廢液處理系統方面，96 年該廠僅一部機組進行大修作業(一號機第 22 次週期大修)。由於電廠於大修期間，須進行大量爐心冷卻水搬移作業，該冷卻水體積龐大，須利用所有可儲存桶槽做為暫存區，廢液處理系統之桶槽亦須做為暫存之用，另外為使爐心冷卻水達到水質標準，須要予以淨化處理，將產生比平時運轉較多之廢液須進行處理，因此電廠於大修前須執行各項廢液處理設備檢修及貯存桶槽液位檢查。為準備機組大修，核一廠於 96 年初曾進行廢液處理系統大修作業，加強維修各系統重要管閥，除可確保系統運作安全，避免管閥之洩漏，並可配合機組大修時大量搬水工作與廢液處理。大修期間(96 年 3 月 5 日至 4 月 6 日)由於機件洩水與地面洩水造成廢液飼入量增加(如附圖一)，但廢液系統取樣槽之固體含量均控制在回收標準(300ppb) 範圍內，顯示該廠廢液處理系統運轉良好，其回收率達 99.3%以上，僅少量廢水經蒸發處理後依管制程序排放。96 年各月廢液平均日飼入量如附圖一，歷年廢液飼入、排放量及回收率如附圖二。

固化廢棄物主要來自過濾粉末樹脂之固化作業，由於該廠自 90 年起，對凝結水除礦器樹脂，已採行不再生處理，其濃縮廢漿產量 96 年僅產生 1650 加侖，使固化廢棄物產量僅 180 桶，雖然減量成效卓著，但與核二、三廠固化廢棄物產量比較，仍顯較多。另由固化運轉記錄得知，96 年固化系統均可依計畫執行相關作業，唯其日誌記載過於簡略，無法顯示實際固化作業之過程，且固化作業時間亦不固定，較不易管制其實際作業情況，本局已要求改善。另外該系統之離心機與廢棄物桶吊架因屬老舊設計，常因故障人員需進入維修

而增加輻射劑量，本局亦要求該廠改善。

另 96 年度該廠放射性廢棄物營運統計圖包括各項廢棄物每月產量分布(如附圖三)，爐水淨化系統粉末樹脂用量(如附圖四)，廢液過濾粉末樹脂用量(如附圖五)。由上述附圖顯示 96 年 3、4 月機組大修期間，放射性廢棄物產量明顯增加，其餘各月皆無異常增加情形。

依過去統計數據(如表一)顯示，可燃放射性廢棄物增加的主要因素，與該年度大修的次數有關。96 年與 95 年該廠僅有一次大修，與 92、93 年同為一次大修比較，有減少趨勢，顯示減量工作已顯成效；且廢棄樹脂 96 年產量明顯比 95 年減少。另外在可壓廢棄物方面與過去數年同為一次大修的廢棄物產量比較，有增加趨勢，經查係因經過數十年運轉之機件例行維修時，會有較多項設備進行維護更新或汰換所致。

表一：核一廠近七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
90	497	242	134	195	260	一次大修
91	916	510	349	362	219	兩次大修
92	485	267	202	165	200	一次大修
93	397	207	227	86	200	一次大修
94	525	263	314	181	195	兩次大修
95	345	210	343	118	190	一次大修
96	379	280	246	120	180	一次大修

為增加乾性廢棄物之貯存空間，核一廠持續執行廢金屬之熔鑄工作，本年度計處理廢金屬 300 桶（44.9 公噸），處理產生之鑄錠 106 塊及廢熔渣 80 桶，均存放於一號貯存庫。

自 95 年起該廠依「一定活度或比活度以下放射性廢棄物管理辦法」規定之限值，先行區分未來可解除管制之廢棄物，將其列為極低微放射性廢棄物另行貯存，準備執行外釋作業，此項措施有助於降低積存於倉庫中之固體放射性廢棄物數量。台電公司已於 96 年 12 月 28 日將各電廠「一定活度或比活度以下放射性廢金屬外釋計畫」，送本局審核後同意實施，該廠亦將依據所提計畫，規劃執行廢金屬外釋作業，對於減少積存之廢金屬，亦將會有實質助益。

二、重要申請案之審查

核一廠興建完成之二號低放射性廢棄物貯存庫，已於 95 年 7 月底依法提出運轉執照申請。本局除邀請學者專家，對相關申請文件進行書面審查外，並安排審查委員赴該廠進行屢勘及召開審查會議，使審查委員瞭解該貯存庫各項設備運作流程。審查委員所提書面及現場履勘意見，由該廠逐項提出答復說明，經委員複審同意後，提請行政院原子能委員會於 96 年 1 月 9 日核發 2 號貯存庫之運轉執照，核准該庫運轉貯存容量為 40,000 桶，將可增進貯存安全及有效紓解該廠乾性廢棄物貯存壓力。

三、大修及定期檢查發現

（一）大修期間廢棄物管制作業

一號機第 22 週期機組大修作業期間之主要檢查發現如下：

1.乾性廢棄物管制

廠方均依原定之管制措施及相關規劃，執行乾性廢棄物管理作業，該廠廢料處理組於每次工具箱會議時，皆會提醒承包商應依規定執行廢棄物分類；另會在各工區旁放置可燃與不可燃廢棄物兩種收集桶，並派員在旁指導協助工作人員將廢棄物分類置入於桶內；每晚統一運至汽機廠房大門經偵測後集中處理。

廢棄物分類收集作業，經本局檢查結果，並未發現可燃包內混雜有鐵板、鐵絲等不可燃廢棄物，顯示承包商已落實分類。表二為近來大修各類乾性廢棄物產量統計表，各項廢棄物產量已明顯減少，顯示廠方抑低廢棄物產量作業已有成效。

表二 近來大修各類乾性廢棄物產量統計表

	廢鐵	廢土	保溫材	可燃桶	累計
#1 機 E0C-19 910909~911106	190	26	109	317	642
#1 機 E0C-20 930126~930313	88	10	37	228	363
#1 機 E0C-21 940902~941013	88	8	70	144	310
#2 機 E0C18 910226~910421	164	15	56	340	575
#2 機 E0C19 920808~921031	146	32	69	273	480
#2 機 E0C20 940216~940402	62	10	29	154	255
#2 機 E0C21 950904~951013	95	16	59	144	314
#1 機 E0C-22 960305~960406	67	9	26	123	225

2. 放射性廢液管制

在進行 96 年度機組大修前，該廠對各項洩水均有妥善規劃，各廢液收集槽均先保留充分餘裕，已順利完成相關作業。經查核此次大修洩水管制實際執行情形，比過去大修進步許多，當申請洩水單位提送「洩水申請單」後，洩水小組組長註記洩水途徑相關之管閥編號，並附上檢修工作聯絡書、管路設備圖等，再交由洩水小組組員前去掛卡及執行洩水工作。藉由以上作業，可減少人為誤動作之機率，因此 96 年大修洩水時放射性廢液產量無異常增加之情事。

（二）定期檢查發現

96 年本局針對該廠廢液處理系統、固化處理系統、倉貯管理、乾性廢棄物減量管理及品保作業等項目，執行年度營運定期檢查。檢查後共有十四項較重要發現，分述如下：

- 1.廢料廠房之廠務管理良好，無漏油、漏水及積水現象，工作場所維持整潔，工作結束後工具皆依規定放置。化學品皆依規定管控，惟攜入量雖能嚴格管控，但攜出則僅由保健物理組偵檢，並無數量之核驗。本局建議攜出時亦能核對數量，避免不必要之物品留置於管制區內。電廠承諾將召集相關部門研商改進措施，期能達到管控之效果。
- 2.核安小組皆依年度計畫執行廢棄物年度稽查，品質組亦能依照規定執行固化體品質查證作業。

3. 廢液監視系統(Honeywell)之監視螢幕顯示圖上，有兩條管路出現閃爍訊號(從 C/U Demin 通往 Surge Tank 編號 CW-19 之 4 吋管與自 filter 通往 FDST 之編號 RW-32-3 之 3 吋管)，此為管內無流量之邏輯設計，為使值班人員能瞭解此功能，避免誤動作，建議該廠將此一功能列於訓練教材或相關程序書內，電廠承諾將配合辦理。
4. 位於廢棄物廠房陽台之濃縮器上方蓋板，維修後未回復，僅以塑膠布遮蓋，有工安顧慮；現場僅以圍籬隔離，並標示為輻射區；又該區之鐵皮牆可能因雨水滲入而導致場地污染，已當場要求核一廠進行改善且開立注意改進事項，電廠承諾將儘速改善。
5. 一號廢棄物倉庫所進行之檢整搬移作業，部分早期之貯存桶不符貯存條件，需以鍍鋅鋼桶重新盛裝，但因新桶不足，以致無法換桶而影響搬遷進度。已請核一廠儘速辦理新桶採購作業，電廠承諾依採購法規定儘速辦理相關作業。
6. 因管制站之動線規劃，進入一號廢棄物倉庫之工作人員，皆須經由二號貯存庫之二樓運貯區進入，可能接受無謂之劑量，已請核一廠考量改善此動線。電廠承諾將由保健物理組與廢料處理組共同研商規劃新動線。
7. 二號廢棄物倉庫所貯存之生活廢棄物焚化灰燼，大多以塑膠袋盛裝，為避免破袋且提升貯存安全，已請核一廠將該

類廢棄物以適當之容器盛裝，電廠承諾將研擬適當方式為之。

8. 一號貯存庫檢整區內貯存有 1600 桶之乾性廢棄物，為維持該區之設計功能，請電廠儘速將其搬移，電廠承諾待一號廢棄物倉庫內廢棄物搬移至二號貯存庫後，立即處理。
9. 根據 1 號機固體廢料固化工作日誌記載，96 年 1/11、2/2、4/17、5/10 所執行之廢棄物桶蓋噴漆編號作業，僅在備註欄註明“編桶號”，已請電廠對工作日誌各項內容應詳實填寫，電廠承諾將遵照辦理。
10. 固化桶編號 120139，固化日期 96/8/7，紀錄顯示其固化廢棄物配比，不符合「核一廠放射性廢料固化流程控制計畫書」規定之配比。經查係水重量重複計算，確為筆誤所致，實際上該桶之配比符合該計畫書之規定，已請核一廠修正該紀錄，電廠已立即修正該項紀錄。
11. 程序書 974 表八「固化廢棄物配比數量紀錄表」之廢棄物欄，現場記載之重量，為廢棄物溼基之重量，並非廢棄物真實重量，易造成外界誤解，工作人員操作時也容易產生混淆，已要求核一廠修改該表以符合實際操作現況。電廠承諾將製作乾濕基對照表，並提程序書修改通知修正。
12. 本年度固化廢棄物皆符合「核一廠放射性廢料固化流程計畫書」之固化配比。

13.本年度執行固化作業之包商人員訓練皆符合規定。

14.96 年度產生之放射性固化廢棄物，其固化體品質皆符合低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則之規定。

以上所述之缺失項目，該廠皆已允諾改善，整體廢棄物營運管理並無重大疏失，惟其中第 4 項缺失，因有潛在之工安顧慮，已開立注意改進事項予以列管追蹤。

四、例行檢查

本局平時皆會派員對該廠執行例行檢查，檢查項目包括倉貯管制、廢液處理及運送檢查等項。96 年執行例行檢查之結果分述如下：

(一) 倉貯管制

1. 本局要求該廠進行壕溝區貯放廢棄物桶之檢查作業，該廠於 96 年 7 月 11 日執行廢棄物壕溝開蓋檢查，本局檢查人員在現場檢視後發現廢棄物桶大致良好，無鏽蝕現象。
2. 因二號貯存庫已於元月取得運轉執照，已增加 40,000 桶之容量。因此本局要求該廠將一號倉庫中所存放之乾性廢棄物移至二號貯存庫貯放，經該廠積極檢整後，已於 96 年底將一號倉庫廢棄物桶搬移並降至三千桶以下，預計 97 年中將全數搬運至二號貯存庫貯放，可增進放射性廢棄物貯存安全。

(二) 廢液處理

- 1.96 年 2 月 13 日現場巡查時，發現二號機廢控室

控制盤面上「廢液濃縮器冷凝水出水口之導電度」警示燈已經亮起，且經復歸後仍無法消除，而該濃縮器並未啟動，但該偵測點之導電率已達 $99.82\mu\text{s}/\text{cm}$ ，超過設定值 $80\mu\text{s}/\text{cm}$ ，廠方打開冷凝管出水口閥，以冷凝管剩餘水進行沖洗，並拆下該導電度計清洗後，發現導電度已正常，研判應為滯留水所造成，廠方之後續改善為濃縮器未運轉時，停止該導電度計之偵測，並將此偵測儀器之開啟，列入濃縮器運轉前之預備動作，以免造成運轉人員誤判。

2.2 月 14 日發現一號機爐水淨化系統 (RWCU) 之循環水淨化分離槽 A 空氣進氣閥(設備編號：110-SP-211A) 所處區域劑量偏高。經查該管路後有一逆止閥(編號：V-1110A)，因累積少許樹脂，造成該管路附近空間劑量偏高，經廠方相關組討論後，決定將該段管路切下清理，並更換該閥，經更換後該區劑量已明顯降低。

(三) 運送檢查

該廠 96 年並無執行廠外運送。其他有關廠內放射性廢棄物之運送作業，經檢查結果，均按照作業程序書規定進行，無作業疏失。

(四) 其他事項

核一廠於 96 年 1 月間執行用過控制棒葉片減容作業，經檢查相關該作業之輻安及工安等管制措施，均依據

該廠相關程序書規定辦理。另外在 96 年曾檢視近年放射性廢棄物處理系統設備故障相關紀錄及文件後，發現某些過濾器組件、集水池故障率偏高，且固化系統離心機等設備因早年設計不良而使維修人員接受較高劑量，此些發現將在核一廠第三次十年整體安全評估報告送原能會審查時將要求該廠改善。

肆、未來管制重點

- 一、廢液處理系統方面，本局將加強檢查該廠之洩水與各集水池進水之管制，以及持續監控廢水中總固體含量，以避免造成廢液處理負荷過多。
- 二、乾性廢棄物管制方面，本局除積極督促該廠勵行減廢外，並將持續加強檢查廢棄物之分類收集作業。
- 三、倉貯方面，配合二號貯存庫之順利運轉，本局將督促該廠儘速規劃各類低放射性廢棄物之倉貯管理，以持續增進貯存安全。
- 四、該廠一定活度及比活度以下之放射性廢金屬之外釋申請案已獲本局核備，本局未來將督促該廠依核准之計畫，積極執行廢棄物放行及外釋作業檢查，以減少放射性廢棄物之產量。
- 五、對於早期設計之廢棄物處理及故障率較高設備維修而造成人員接受較高劑量之設備組件，本局將在核一廠十年整體安全評估報告審核時要求該廠改善。

伍、結 語

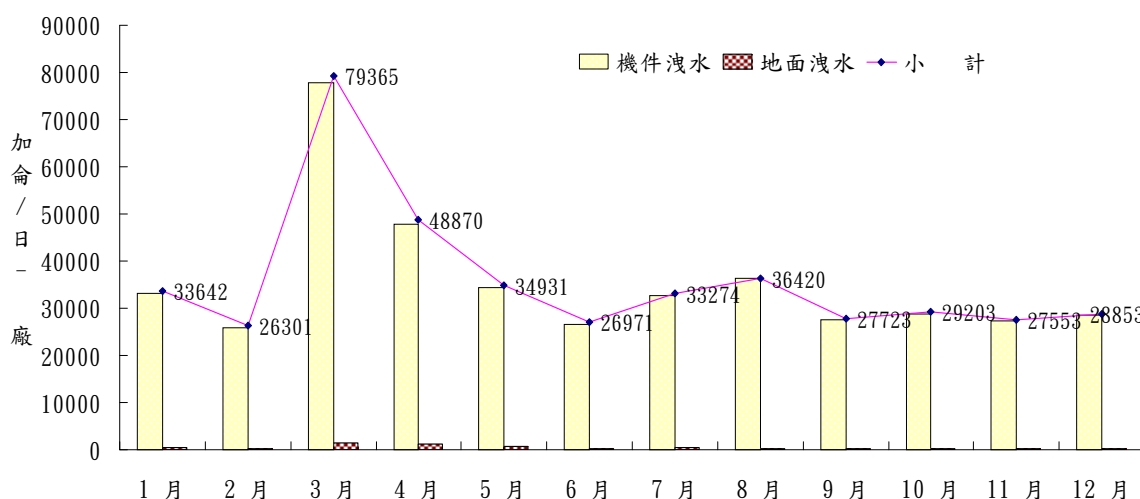
檢視核一廠 96 年放射性廢棄物營運績效，其各項放射性廢棄物營運指標，均合乎法規規定。

有關大修廢棄物管制方面，由於廠方事先嚴密規劃及嚴格控管，乾性廢棄物分類減量及系統洩水管制等相關工作，均能依計畫執行，使大修廢棄物營運管理之品質及績效均甚良好。在廢液管制方面，於機組大修期間，廢液飼入量雖較例行運轉為高，但廢液之回收率仍可維持 99%以上，並無廢液排放之問題。

在 96 年大修期間，廢液系統取樣槽之固體含量均控制在回收標準(300ppb) 範圍內，經處理後，幾乎完全回收使用，顯示該廠廢液處理系統運轉良好。至於固化廢棄物之處理，由固化運轉記錄得知，96 年固化系統均可依計畫執行相關作業，唯其日誌記載稍有簡略，無法得知實際固化作業之過程，且固化作業時間亦不固定，較不易管制實際作業情況。將要求該廠於固化作業預定時間前電話通知本局，本局再將視情況派員至現場檢查。96 年全年僅產生 180 桶固化廢棄物，但核一廠全年產量與核二、三廠固化廢棄物產量比較，仍顯較多，其原因為該兩廠已採用最新高減容固化技術與設備，對於核一廠較早期設計之設備，本局將嚴密管制，俾達到安全運轉之要求。

該廠於 96 年初啟用二號現代化貯存庫後，雖可紓解各類低放射性廢棄物之貯存空間問題，但本局仍持續要求該廠加強倉貯分類規劃管理，促使核一廠儘早解決積存之可燃廢棄物之問題，能於減容中心完成爐體換裝後，積極進

行熱減容處理作業，以增進貯存安全。另將持續要求該廠做好乾性廢棄物之分類、偵測與品管等檢查，以利放行及外釋作業，使放射性廢棄物營運管理更趨合理。



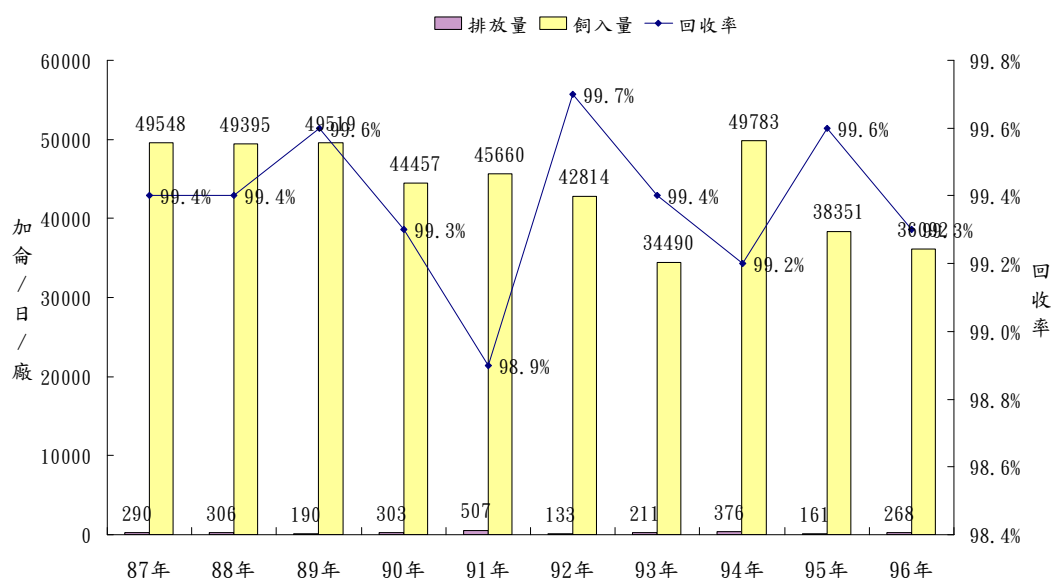
單位:加侖/日-廠

月 份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	日平均
機件洩水	33168	25965	77862	47762	34274	26633	32790	36220	27564	28873	27377	28511	35583
地面洩水	474	336	1503	1108	657	338	484	200	159	330	176	342	509
小 計	33642	26301	79365	48870	34931	26971	33274	36420	27723	29203	27553	28853	36092

統計分析：3月#1機EOC-22大修飼入量較高，其餘低於FSAR值73600加侖、正常。

統計至 96.12.31

附圖一 核一廠 96 年廢液飼入量統計圖



年 度	87 年	88 年	89 年	90 年	91 年	92 年	93 年	94 年	95 年	96 年
排放量	290	306	190	303	507	133	211	376	161	268
飼入量	49548	49395	49519	44457	45660	42814	34490	49783	38351	36092
回收率	99.4%	99.4%	99.6%	99.3%	98.9%	99.7%	99.4%	99.2%	99.6%	99.3%

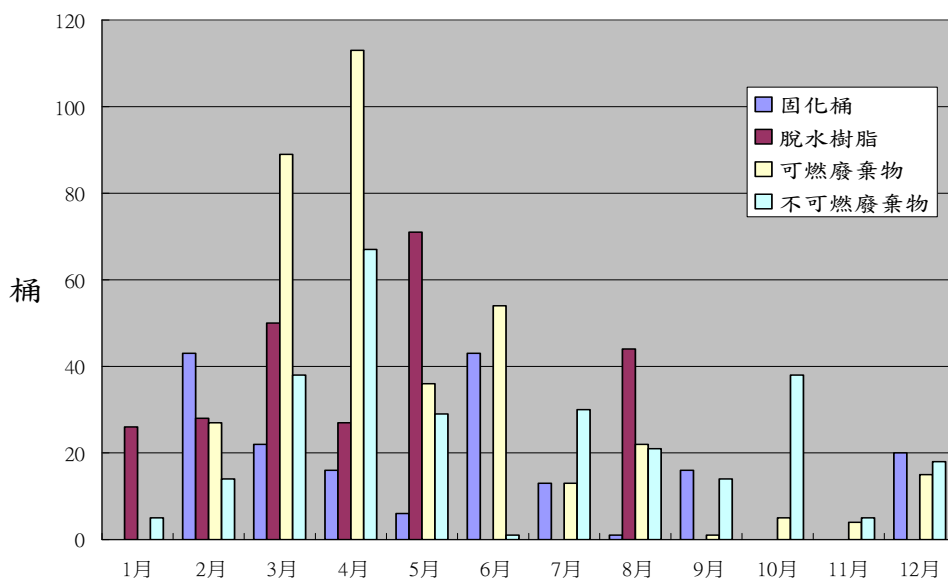
註:1. 上表排放部份係(WST+MDT)，MDT 排放為汽機廠房雜項排水，不含 OGD T、DDT 及 SUMP #28 雨水改入 MDT 之進水量。

2. FSAR 值飼入量 58600(機件)+15000(地面)=73600 加侖/日/廠。

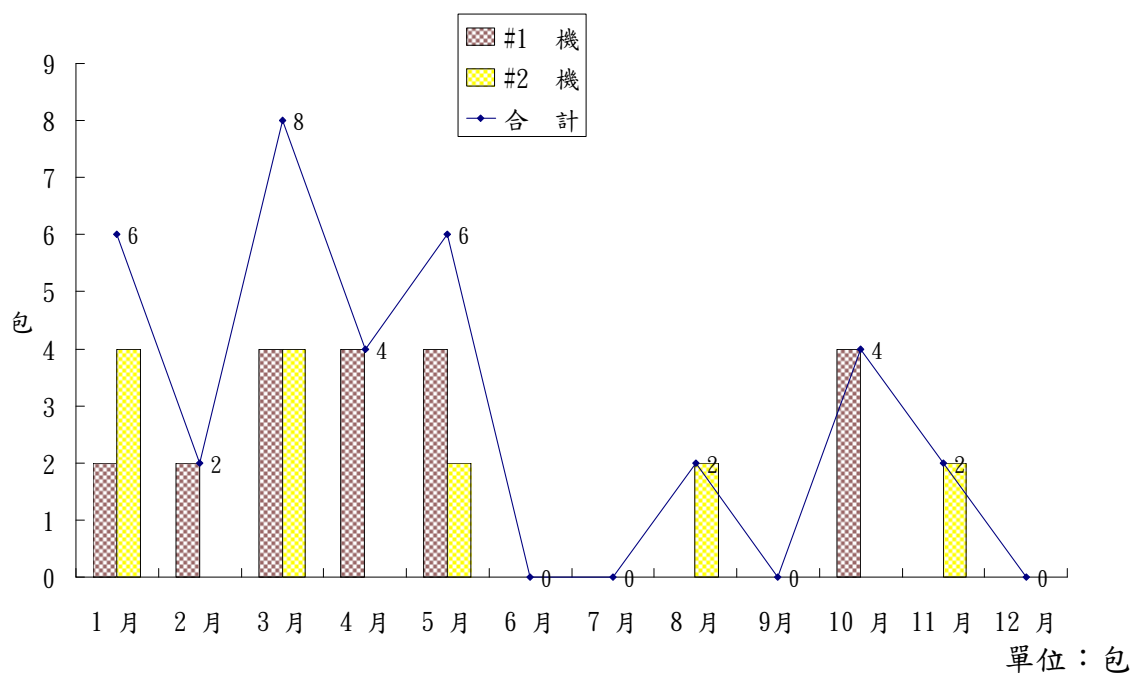
統計至 96.12.31

統計分析：高於預定目標值(92%)、正常。

附圖二 核一廠歷年廢液排放量及回收率統計圖



附圖三 核一廠 96 年低放射性廢棄物產量統計圖

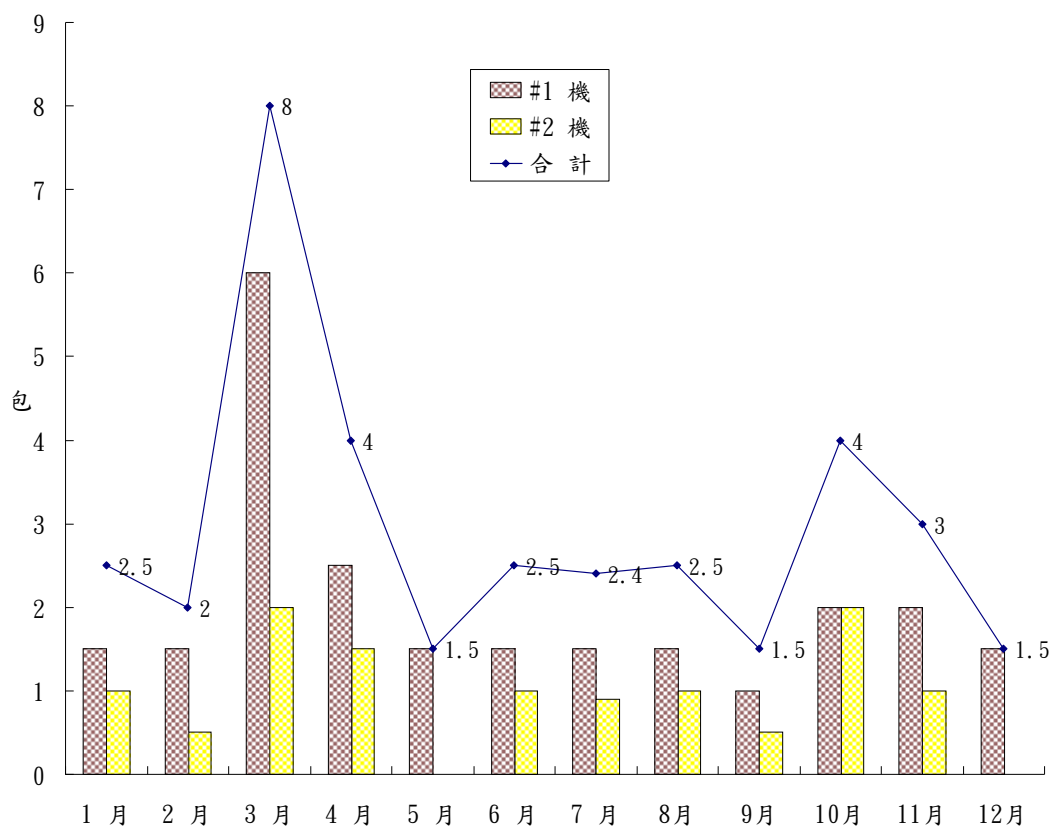


註 1：3/4~4/11 #1 機 EOC-22 大修

註 2：統計至 96.12.31

月 份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合 計
#1 機	2	2	4	4	4	0	0	0	0	4	0	0	20
#2 機	4	0	4	0	2	0	0	2	0	0	2	0	14
合 計	6	2	8	4	6	0	0	2	0	4	2	0	34

附圖四 核一廠 96 年爐水淨化粉末樹脂用量統計圖



月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合計
#1 機	1.5	1.5	6	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	2	2	1.5	24
#2 機	1	0.5	2	1.5	0	1	0.9	1	0.5	2	1	0	11.4
合計	2.5	2	8	4	1.5	2.5	2.4	2.5	1.5	4	3	1.5	35.4

單位：包

註 1：統計分析：3/4~4/11 #1 機 EOC-22 大修處理水量較多。 註 2：統計至 96.12.31

附圖五 核一廠 96 年廢液過濾粉末樹脂用量統計圖