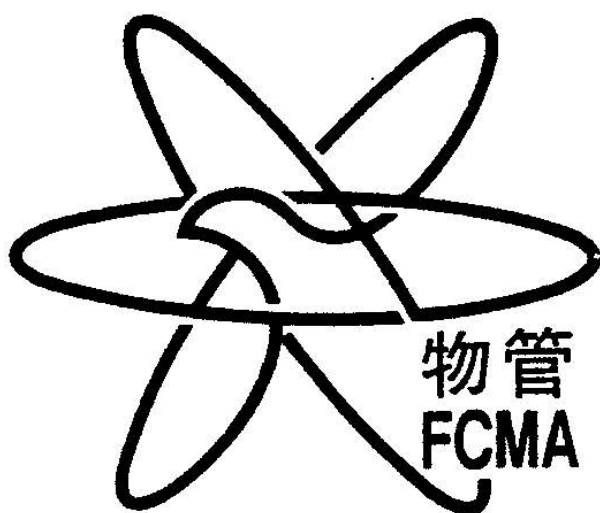

98 年台電公司核能一廠 放射性廢棄物營運管制年報



行政院原子能委員會放射性物料管理局

民國 99 年 3 月

目 錄

	頁碼
壹、前言	2
貳、管制作業	3
參、管制績效	4
肆、未來管制重點	13
伍、結語	14
附圖一至五	16

98 年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廢液及固體廢棄物。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處理廠商代處理。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，並依職責管制上述作業與設備。另本局對核一廠(以下簡稱該廠)依計畫派員進行例行、專案及大修檢查外，每年均針對其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。藉由例行、專案、大修及定期檢查等，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。檢查期間，檢查人員與現場操作人員及設施管理者經充份交換意見，修正相關作業，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

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，98 年度對該廠共執行 9 次例行檢查、4 次專案檢查、1 次意外事件應變演練專案檢查、1 次大修檢查、1 次固化體品質定期檢查及 1 次放射性廢棄物整體營運安全定期檢查作業，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、除污間及化學品貯存管理等，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廢液之收集、處理與回收等作業。
- 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分類與貯放。
- 四、檢查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。
- 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，確實追蹤管制應改善事項。
- 六、依據放射性物料管理法第 20 條規定要求，審查該廠定期提報之「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」。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。

- 七、配合原能會審查該廠一號機第三次整體營運安全評估報告第三章放射性廢棄物營運之回顧與評估審查，針對放射性廢棄物營運之固體、氣體、液體、最終處置及用過燃料乾式貯存之營運與安全進行審查，並撰提審查結論報告送原能會彙整，函台電公司據以改善，以確定該廠廢料處理系統與貯存設施在未來 10 年之整體營運安全。
- 八、為落實管制合理化，要求台電公司提送核一廠「一定活度或比活度以下放射性廢金屬外釋計畫(修訂三版)」，經審查核備後，責成台電公司實施，以降低非放射性廢棄物積存問題及推動一定活度或比活度以下放射性廢金屬之外釋。
- 九、配合原能會執行該廠運轉執照換發申請案，依權責審查有關放射性廢棄物之處理貯存部份，將配合審查規劃時程執行書面資料比對、審查與現場履勘，以確保換照後之運轉安全，符合相關法規要求。

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，98 年該廠有 1 部機組進行大修作業(#2 機第 23 次週期大修)。由於該廠大修期間須進行大量爐心冷卻水搬移作業，因該冷卻水量龐大且須回收使用，需利用所有可儲存桶槽做為暫存區。另外為使爐心冷卻水達到回收水質標準，須經淨化處理。因此，該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，以為機組大修之準備。該廠於 98 年

7~9 月，執行廢液處理系統、固體廢棄物處理系統(含固化系統)大修作業，依程序書規定時程及現場需要，加強各系統重要管閥之維護，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。大修期間因機件洩水與地面洩水增加廢液飼入量（如附圖一），經廢液系統處理後，取樣槽之總固體量均能控制在回收標準(300ppb) 範圍內，顯示該廠廢液處理系統運轉良好，其回收率可達 99 %以上，僅少量不符合回收標準之廢水經蒸發處理後依管制程序排放。98 年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。

由於該廠自 90 年起，對處理凝結水除礦器之廢樹脂，改採不再生處理，因此再生處理所產生之硫酸鈉濃縮廢漿即大幅減少，目前固化廢棄物主要來自爐水淨化系統預敷所更換之廢棄粉末樹脂固化所產生。本年度執行二號機 EOC-23 機組大修，及一號機濃縮槽清槽作業，其固化廢棄物產量由 97 年度之 180 桶降至 170 桶，成效良好。雖然該廠減量成效卓著，但與核二、三廠固化廢棄物產量比較，應尚有改善及減量空間。

另由審閱固化運轉及除污間作業記錄，98 年固化系統及除污作業大多依計畫執行，工作日誌記載過於簡略之問題，已依本局之前要求詳實填寫；另外固化系統之離心機與廢棄物桶吊架及攪拌機因屬老舊設計，雖有維修，但仍經常故障，而影響正常作業程序，本局前已要求該廠，提出近期、中期及長期改善計畫與改善措施，核一廠預計分段執行完成並按期提報進度，以確保作業品質與營運之安全。

依例年統計數據顯示(如表一)，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。98 年該廠有 1 次大修，與 95、96 年同為 1 次大修比較，有增加趨勢，但尚屬控制範圍內。98 年度該廠放射性廢棄物營運統計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)，過濾用粉末樹脂量(如附圖五)。由上述附圖顯示除 98 年 10~12 月機組大修期間，放射性廢棄物產量有明顯增加外，其餘各月皆無異常增加情形，廢棄樹脂 98 年度產量較 97 年度減少。

在可壓廢棄物方面與過去同時有 1 次大修年度的廢棄物產量比較，已有減少趨勢，應為該廠施行減廢宣導與有效管控物品攜入、出管制站及所有相關組之努力成果。

表一：核一廠近九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
97	569	239	287	193	180	兩次大修
98	379	252	255	132	170	一次大修

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，經偵檢分類出可解除管制之廢棄物並另行貯存，以備執行外釋作業。此項措施有助於降低積存於倉庫中低於法規管制值之固體廢棄物數量，回收可再利用之資源。台電公司已於 98 年 5 月 26 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(修訂三版)」，送本局審核，並於同年 7 月 23 日准予核備實施。本局將督促該廠依據所提計畫，規劃執行廢金屬外釋作業，對於減少積存之廢金屬，將會有實質助益。

二、重要申請案之審查

(一)該廠#1 機第三次 10 年整體營運安全評估報告，經台電公司送交原能會審查，本局依職責審查第三章放射性廢棄物營運之回顧與評估。本局對台電公司所提「核一廠一號機第三次十年整體安全評估報告」，經初審共提出 45 項審查意見，要求台電公司提出說明與答覆，經複審後尚有 15 項意見，須台電公司更進一步說明與承諾，復於 97 年 11 月 12 日第二次審查會議，針對第三章「放射性廢料營運之回顧與評估」，台電公司已承諾於期限內完成改善措施，本局並於 98 年 7 月就該安全評估報告之第三章放射性廢棄物營運之回顧與評估部份撰提審查結論報告送原能會函台電公司據以施行改善，以提升未來十年放射性廢棄物營運之安全。

(二)為落實管制合理化，要求台電公司提送核一廠「一定活度或比活度以下放射性廢金屬外釋計畫(修訂三版)」送本局核備，台電公司於 98 年 5 月 26 日將該計畫函送本局，經審查並提出意見要求修正後，本局於 98 年 7 月 23 日同意核備，並責成台電

公司實施，以降低非放射性廢棄物積存問題及推動一定活度或比活度以下放射性廢金屬之外釋。

(三)為停止使用代用倉庫，該廠原有之一、五號代用倉庫已於 98 年除役。僅剩二號代用倉庫存放廢棄物桶，此代用倉庫於 98 年 8 月起進行廢棄物桶搬遷至#2 廢棄物貯存庫存放，經完成地面整理、油漆塗裝與除污作業，該三座代用倉庫並先後於 98 年中及底提報本局解除列管，經本局審查及現場複檢後，同意解除管制。

三、營運作業檢查管制

檢查管制計有例行檢查、專案檢查、大修檢查及定期檢查。

本局依年度計畫派員對該廠執行檢查，檢查項目包括處理系統管制、倉貯管制及運送檢查等項。98 年共執行 9 次例行檢查，1 次大修放射性廢棄物營運檢查，1 次定期檢查，4 次專案檢查(包括 1 次大修前廢料系統檢修專案檢查、2 次不預警專案檢查及 1 次廠內放射性廢棄物桶運送意外事故演練專案檢查)，98 年檢查之重要發現整理如下：

(一) 倉貯作業管制

1. 98 年 5 月 14 日發現#1 及#2 貯存庫室內閉路電視系統 (CCTV) 未依程序書規定每三個月執行乙次 CCTV 閉路攝影機測試、維護檢查及填寫「維護檢查表」；該廠立即執行檢討改善，並於 98 年 8 月 31 日完程程序書修訂及改善。
2. 審核該廠對接收廢射源貯存暨處理管理之作業規定及相關廢射

源紀錄清單，其數量與作業均符合規定。惟原貯存於一號代用倉庫之廢射源，雖已搬遷至 #1 貯存庫貯存，但程序書尚未將其貯存地點更正，已要求該廠更新；另核驗 900 系列有關倉貯部分程序書，發現 911、911.1、924、975、976 及 977 等等內容未因一、二及五號代用廢棄物倉庫解除列管而修正程序書，要求該廠就相關程序書進行檢討，並依程序提出修正後。該廠已於 98 年 12 月底改善完成。

3. 98 年 4 月 13 日查核一、二號貯存庫內之緊急照明設施，發現部份照明未依規定插上電源維持充電狀態；另該二庫之屋頂排水溝亦有污泥淤積及排水孔損壞，未即時清理與修護，已要求該廠加強主管走動管理及立即改善，該廠已於 98 年 4 月底完成改善。
4. 核對二號貯存庫程序書內容，發現其尚未比照一號貯存庫之程序，將該庫寒水系統及送風系統之定期檢查程序及檢查維護查證表列入程序書 795.6 內，致運轉以來未執行平日之定期維護保養，已要求檢討相關程序書，以維運轉安全。該廠已於 98 年 12 月底完成改善。
5. 98 年 11 月 11 日日發現一號低放射性廢棄物貯存庫之輸送系統有多處漏油現象、地面積存油漬；輸送機之聯結鍊條脫落未見開立檢修工作聯絡書及掛卡；貯存庫外消防管路之支座、固定環及螺栓銹蝕，顯示該貯存庫日常維護欠佳，已開立注意改進

事項，要求確實執行維護保養工作，該廠於 98 年 11 月底完成檢修改善。

(二) 廢棄物處理系統作業管制

1. 98 年 5 月 14 日檢查發現一、二號機固化間室內閉路電視系統 (CCTV) 未依程序書規定每三個月執行乙次 CCTV 閉路電視攝影機測試、維護檢查及填寫「維護檢查表」，該廠隨即展開檢討改善，並於 98 年 8 月 31 日完程程序書修定及改善。另 98 年 4 月 13 日固化攪拌器故障經維修後已更換電氣開關，恢復固化作業，惟固化系統區屬高輻射作業，為防範類似問題再發生，要求該廠針對該類設備同時檢討二號機固化設備之堪用性及可靠度，預做設備之保養與更新。
2. 98 年 7 月 15 日一號機廢控室通往固化間門旁空地發現有人員於此執行鍋爐飼水泵等檢修清理，現場並置有有機溶劑，經檢查其暫存申請單，發現乃申請工具暫存，且無註明暫存地點。另包商在廢控室內進行與廢控室儀器無關之維修工作，恐有影響廢控室作業，要求加強督導管制、主管走動管理並提出改善措施；該廠已要求各組即予改善。
3. 二號機 EOC-23 大修期間各項維修均依預定時程完成，電氣儀控測試亦依時程進行。惟預定檢修時程表未能詳盡細分各分項排程與內容，已要求該廠改進。該廠亦承諾於#1 機廢棄物系統大修前，將預定檢修時程分項排程提報本局。

4. 經查該廠廢棄物處理系統與安全有關之重要設備，如鍋爐、濃縮器等，廠方雖於每年 7~8 月間執行相關維護及測試校驗，但未涵蓋在大修系統定期維護計畫內，造成人力分散及完整性欠佳之現象，已請該廠將相關安全設備納入年度維護規劃項目中。另建議將廢料處理系統之各項設備、管閥、儀器等項檢修、維護、測試之項目建立資料庫，並依程序書或廠家規定明訂檢修頻率、週期，俾便安排檢修規劃，避免遺漏，造成營運困擾。
5. 濃縮器部分閥門，常因廢棄物卡料而造成故障，影響正常運轉作業，增加作業人員之劑量，另設備組件已有功能老化跡象。本局已責成該廠提出短、中程改善計畫案，並依規劃執行改善作業。
6. 為管控進出管制站物品，該廠已於去年正式啟用電子化管制系統，同時清查廠區各工具箱之化學品及油漆存量，目前已完成二部機組之之清查作業。除減少可燃廢棄物產生外，亦可有效管理各項有機物品於維修保養期間之進出，使各工區之化學品使用上受到嚴密管制，進而減少廢液飼入之 TOC 濃度含量。經查改善實績，廢液取樣槽 TOC 含量，平日遠低於該廠行政管制值 200ppb 之回收標準，大修期間亦低於該廠行政管制值 400ppb 之回收標準，成效良好。
7. 98 年 11 月 12 日發現 MDT 之馬達與泵聯結器未裝設安全覆蓋，運轉時可能影響人員及物件安全，已開立注意改進事項要求改善。本局於 98 年 12 月 22 日例檢時前往複檢，該廠已於 98 年 12 月初完成改善。

(三)一號貯存庫廢棄物桶搬移事故應變演習

為提升該廠放射性廢棄物桶廠內運送之安全、防範運送意外事故發生及發生運送意外事故之緊急應變能力，本局責成該廠提出上述演習計畫，演習作業於 98 年 7 月 15 日舉行，演練狀況如下：

1. 依例行工作程序會議。2. 完成執行廢棄物桶、運輸車輛表面污染拭跡作業，完成廢棄物運輸作業前查證後將放射性廢棄物運輸車駛離二號貯存庫。3. 事故演練：放射性廢棄物運輸車輛駛於運輸途中突然發生狀況，車輛失控而傾覆於路旁水溝，廢料處理組押車人員，見廢棄物運輸車輛輪胎滑陷排水溝立即回報廢處組課長，而隨車之保健物理人員，立刻前往洗衣房輻防管制站請求派員搶救，由 HP 輻防管制站依原陳報核備之演習計畫作業流程，通知各相關組、課，展開搶救行動。4. 搶救演練：首先由工安課長迅速交辦工安人員到事故現場圍籬，管制人員、車輛通行，機具課課長帶領起重、吊掛車輛及人員至事故現場搶救，將傾覆之車輛搶救完成，檢查並評估車輛性能，於檢查確認可行駛使用後，將廢棄物運輸車輛駛往一號貯存庫。5. 復原演練：由保健物理組輻防人員執行現場輻射污染偵檢，並未發現有放射性物質外洩現象及地面污染後，將事故現場復原、環境清理。6. 查核演練：事後檢查其工具箱會議紀錄、廢棄物運送車輛表面及 2 公尺輻射偵檢紀錄、吊車使用前檢查紀錄，均符合要求。

演習後，隨即針對演習發現缺失舉行檢討會議，改善建議如下：

1. 啟運前之貯存庫內/外的管制，由同一輻防管制員執行，建議應改由不同人員分別負責貯存庫內/外的管制。
2. 運送車輛失控傾覆後，押運人員向廢料組經理之回報內容僅說明車況及廢棄物桶情形，對人員之安全是否無恙，並未依規定先予回報，另演習計畫之劇本未盡詳實，內容過於減化。回報內容至少要報告人員是否安全、車輛損壞狀況、廢棄物桶損壞狀況，並說明尋求協助之項目。
3. 事故後進行搶救之支援人員不太清楚是到 HP 管制站，或到事故現場領取劑量配章/劑量筆，建議應在程序書中說明清楚。
4. 工具箱會議主持人聲音太小聲，須使參加作業全員聽清楚，達到雙向溝通，才能完全了解雙方意見，另運送車內應放置相關程序書備用。

相關內容本局將於爾後執行廠內運送檢查時將列為重點檢查項目。

肆、未來管制重點

- 一、對於設備已老化之固化處理系統及故障率較高之設備維修，本局已在核一廠十年整體安全評估報告審核時要求該廠改善，並定期追蹤其改善進度是否符合該廠之改善計畫與承諾。
- 二、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，本局將督促該廠依核准之計畫，積極執行放行作業

與外釋作業，以減少廢棄物之積存量。

三、廢液處理系統方面，本局將繼續監控該廠之洩水與各集水池之進水，並分析其來源與回收率，以期將廢液之管制，更趨合理化。

四、倉貯方面，配合二號貯存庫之運轉，本局將督促該廠執行各類低放射性廢棄物之分類倉貯管理，以加強貯存安全。

五、乾性廢棄物管制方面，本局除積極督促該廠力行減廢外，並將持續檢查廢棄物之分類收集作業。

六、程序書修訂方面，本局將督促該廠就程序書不符現況部份，加速修訂以提升作業或維修安全。

七、廠務管理方面，本局將督促該廠落實執行各組、課負責區域之主管人員走動管理，以維持廠務之整潔。

伍、結語

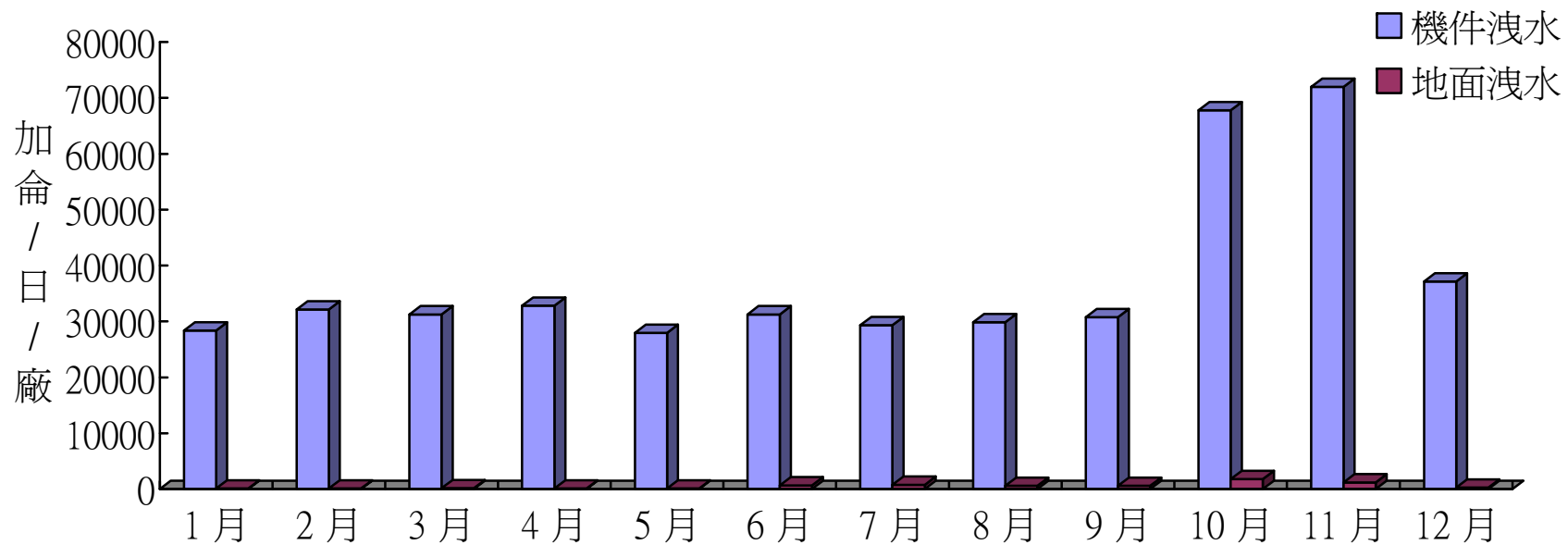
檢視該廠 98 年放射性廢棄物營運績效，其各項放射性廢棄物營運指標，均合於法規規定。

該廠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 98 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，顯示該廠廢液處理系統運轉良好。至於固化廢棄物之處理，由固化運轉記錄已依本局要求詳實填寫，

可得知實際固化作業之過程。

98 年全年該廠產生 170 桶固化廢棄物，但依發電量比較該廠與核二、三廠固化廢棄物之產量，仍顯偏多。本局已加強該廠廢液處理程序管控，期待產量可再降低。在該廠舊有設備未改善之前，本局將列為重點管制，俾達到安全運轉之要求。

檢查過程中，該廠在輻安與工安方面之管制，均依據相關規定辦理，故在本年廢棄物營運作業及管理，並無異常事件發生，檢查發現之缺失，除因牽涉設備運作安全者，已發注意改進事項要求該廠改進，其他檢查發現，雖不影響廢棄物設備運轉之安全，但為提升該廠維修品質，亦要求各維修組按照相關程序執行各項檢驗與測試，以便機組能維持廢棄物處理系統之正常運轉功能，年度之改善作業，該廠均能依承諾完成。



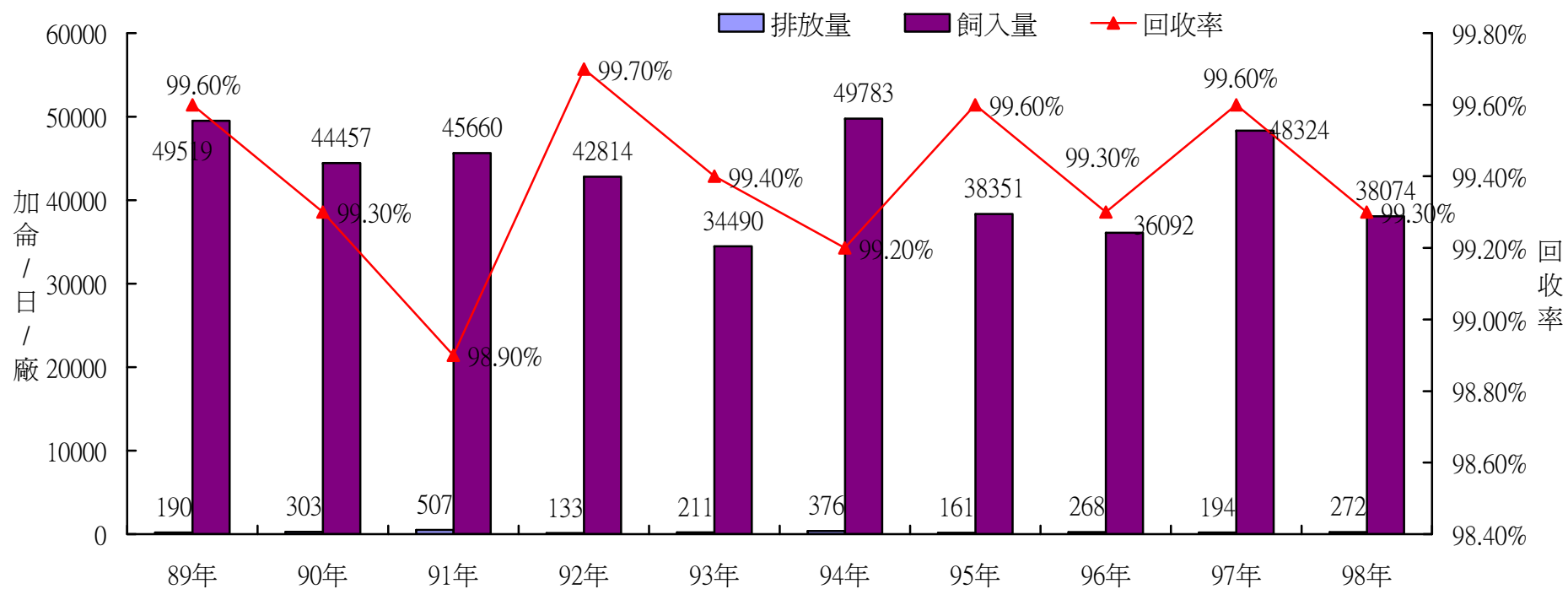
單位：加侖/日-廠

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	28355	32109	31257	32814	27949	31257	29311	29856	30732	67785	71976	37155	37547
地面洩水	95	90	147	80	118	659	763	583	570	1774	1190	258	527
小 計	28450	32199	31404	32894	28067	31916	30074	30439	31302	69559	73166	37413	38074

統計分析：10、11 月機組大修飼入量較高。

統計至 98.12.31

附圖一 核一廠 98 年廢液飼入量統計圖

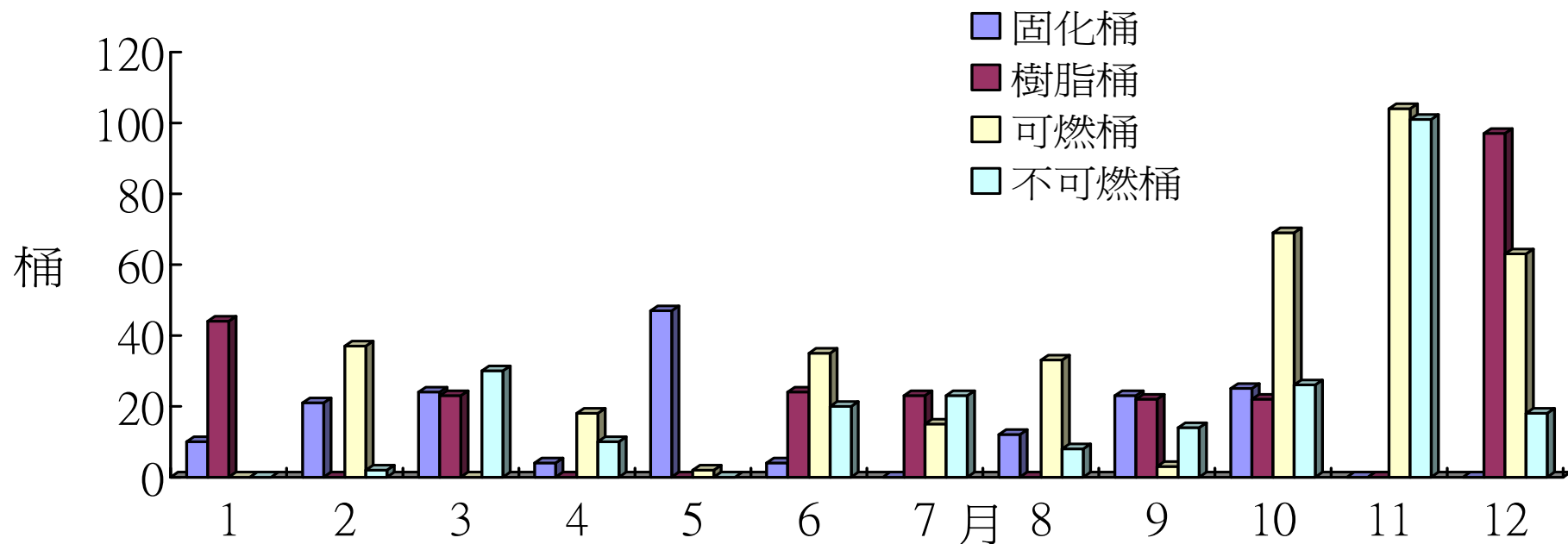


單位:加侖/日/廠

年 度	89 年	90 年	91 年	92 年	93 年	94 年	95 年	96 年	97 年	98 年
排放量	190	303	507	133	211	376	161	268	194	272
飼入量	49519	44457	45660	42814	34490	49783	38351	36092	48324	38074
回收率	99.6%	99.3%	98.9%	99.7%	99.4%	99.2%	99.6%	99.3%	99.6%	99.3%

統計至 98.12.31

附圖二 核一廠歷年廢液排放量及回收率統計圖

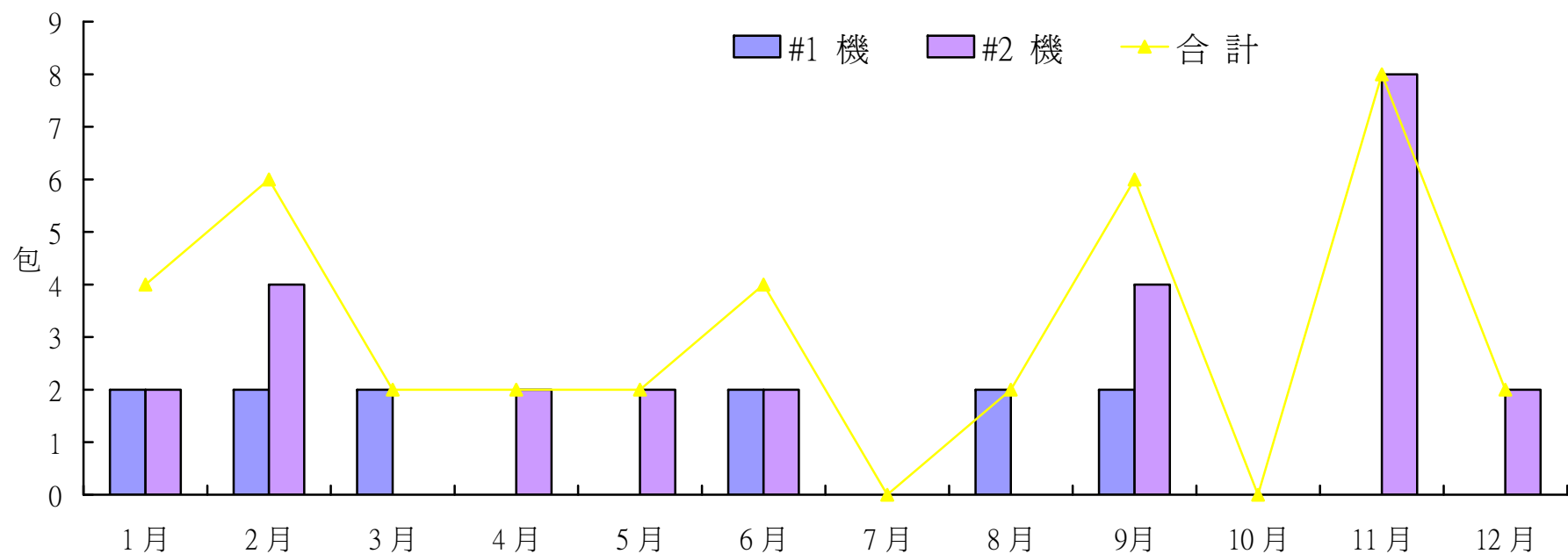


類別/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
固化桶	10	21	24	4	47	4	0	12	23	25	0	0	170
樹脂桶	44	0	23	0	0	24	23	0	22	22	0	97	255
可燃桶	0	37	0	18	2	35	15	33	3	69	104	63	379
不可燃桶	0	2	30	10	0	20	23	8	14	26	101	18	252

註：不含其他類(廢油、廢土、保溫材)

統計至 98.12.31

附圖三 核一廠 98 年底放射性廢棄物產量統計圖



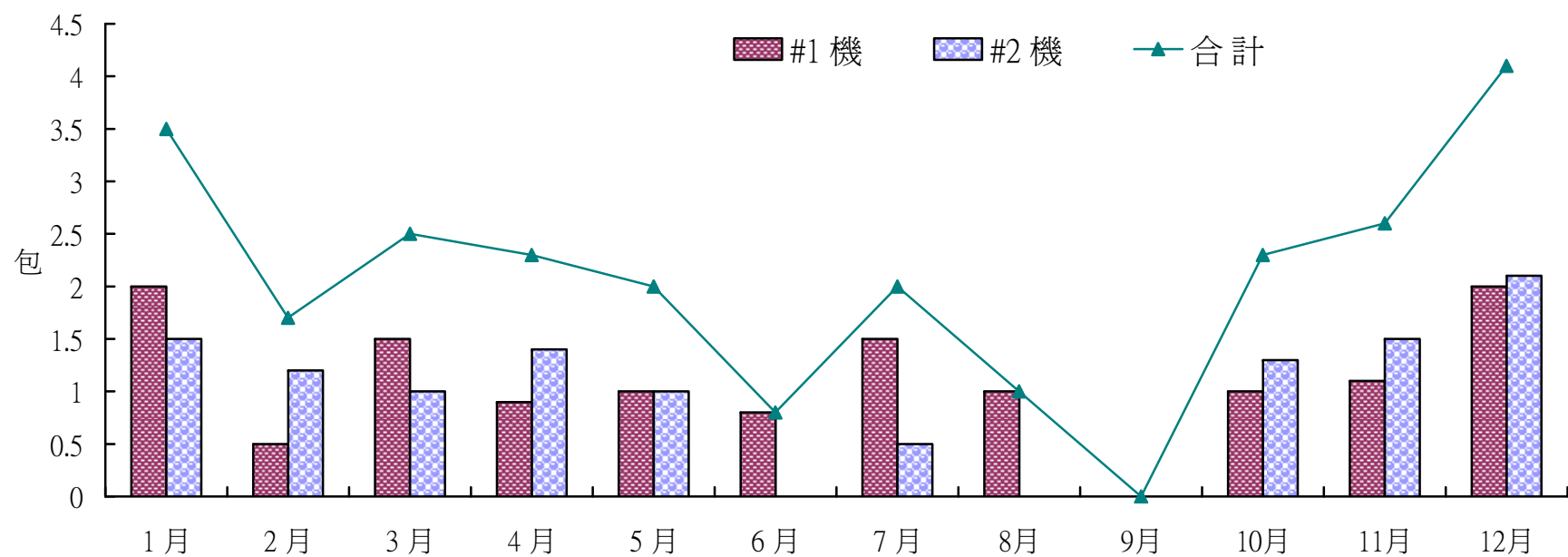
單位:包

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	2	0	0	2	0	2	2	0	0	0	12
#2 機	2	4	0	2	2	2	0	0	4	0	8	2	26
合 計	4	6	2	2	2	4	0	2	6	0	8	2	38

註： 11 月因機組大修結束後重新預敷。

統計至 98.12.31

附圖四 核一廠 98 年爐水淨化粉末樹脂用量統計圖



單位:包

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	0.5	1.5	0.9	1	0.8	1.5	1	0	1	1.1	2	13.3
#2 機	1.5	1.2	1	1.4	1	0	0.5	0	0	1.3	1.5	2.1	11.5
合 計	3.5	1.7	2.5	2.3	2	0.8	2	1	0	2.3	2.6	4.1	24.8

統計至 98.12.31

附圖五 核一廠 98 年廢液過濾粉末樹脂用量統計圖