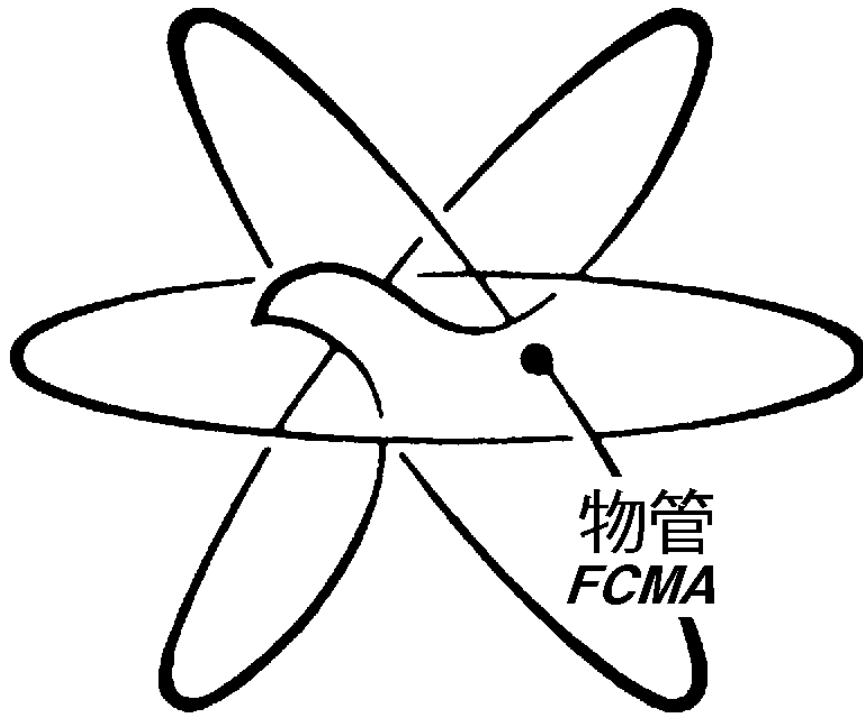


99 年蘭嶼貯存場管制報告



行政院原子能委員會放射性物料管理局

民國 100 年 4 月

99 年蘭嶼貯存場管制報告

目 錄

壹、前言.....	2
貳、管制作業.....	2
參、管制績效.....	3
肆、未來管制重點.....	11
伍、結論.....	12
表一、蘭嶼貯存場 99 年放射性廢棄物桶完成檢整重裝統計表.....	14
表二、蘭嶼貯存場放射性廢棄物貯存桶數統計表.....	15
圖一、99 年每月作業人員集體劑量統計.....	16
圖二、85 年至 99 年間貯存溝入滲水量統計.....	16
圖三、地下水監測井之水位資料.....	17
圖四、蘭嶼地區直接輻射偵測結果.....	17

99 年蘭嶼貯存場管制報告

壹、前言

蘭嶼貯存場自 85 年 2 月接收最後一批低放射性廢棄物桶後，即停止接收作業，累計接收 97,672 桶。行政院原子能委員會（以下簡稱原能會）於 86 年 2 月 14 日發函實施「低放射性廢棄物桶檢整重裝作業要點」，針對蘭嶼貯存場廢棄物桶鏽蝕問題，要求台電公司提送「蘭嶼貯存場廢棄物桶檢整重裝作業工作計畫書」，經原能會於 88 年 1 月 28 日完成審查核定。台電公司即進行建置相關設備，建造廢棄物桶取出裝置與重裝容器設計製造，並於處理中心設置包含除鏽補漆、破碎與重新固化等作業系統，興建鋼構廠房作為檢整重裝作業時重裝容器之暫貯區域，並於 96 年 12 月 13 日展開全面性的檢整重裝工作。

檢整重裝作業進行迄 99 年 12 月底已滿 3 年餘，原能會放射性物料管理局（以下簡稱本局）為確保廢棄物桶檢整作業安全，除要求台電公司於檢整重裝作業期間應遵循游離輻射防護法、放射性物料管理法外，亦須遵守勞工安全衛生等相關法規之安全要求事項，並落實工安與輻安管理。為增進貯存場之營運安全，檢整重裝作業期間本局不定期派員進行檢查，並將每個月的檢整重裝作業相關資訊，公開於原能會網站，使民眾瞭解檢整作業之進度及貯存場管制情形。

貳、管制作業

為確保蘭嶼貯存場營運安全，本局依放射性物料管理法第 20 條之規定，要求台電公司定期提報蘭嶼貯存場有關之運轉、輻

射防護、環境監測等報告，其中運轉月報（附件一）提報資料包括：檢整重裝桶數統計、貯存桶數、集水池排放紀錄等事項。另外營運相關資料有：貯存場場區地下水位每月例行量測表、貯存場集水池每日水位與貯水槽之貯水量統計月報表及貯存場歷年營運作業產生之廢棄物桶統計表等相關紀錄。

除前項運轉月報外，本局依放射性物料管理法第 22 條之規定，派員進行例行檢查、每年執行 1 次年度定期檢查，並於放射性物料管制會議討論相關議題。99 年執行相關檢查作業分別計有：例行檢查 10 次、年度定期檢查 1 次與防洪專案檢查一次。檢查重點包括：鏽蝕廢棄物桶檢整重裝作業、輻防安全管制作業、貯存溝結構安全與密封作業、貯存溝入滲水蒸發處理貯存作業、貯存設施與運貯設備維修作業、作業工安、人員訓練、保安作業檢查、作業程序書與設施設備新增修改之管制、貯存場意外事故應變作業演練、現場檢查貯存場有關防洪與防水措施之評估以及其他檢整配合事項等。藉由運轉紀錄、報告審核、現場檢查及管制會議，以確實掌握蘭嶼貯存場之營運安全。

參、管制績效

本局對蘭嶼貯存場之管制重點，在於確保廢棄物桶貯存與環境安全及廢棄物桶檢整作業安全，99 年的營運作業管制情形說明如下：

一、營運現況

（一）輻射安全管制

有關貯存場廢棄物桶檢整作業之輻射防護管制，台電公司依游離輻射防護法與蘭嶼貯存場輻射防護計畫及其相關作業程序書之規定執行，參與作業人員之體檢、全身計測、劑量佩章、劑量登記簿、輻射曝露許可證、輻防訓練、輻射工作許可證(RWP)等均按規定於開工前完成檢查及存檔，作業期間執行工作前、後之污染與輻射強度偵測，並留存紀錄備查。查閱貯存場 99 年 1 月至 12 月檢整作業期間作業人員集體劑量，全年最低為 12 月份的 27.64 人-毫西弗（因 3×4 重裝容器數量不足，故人員作業時數下降），最高為 3 月份的 82.81 人-毫西弗，全年累計為 666.27 人-毫西弗，99 年各月作業人員集體劑量統計如圖一。由於新增取桶設備、增加作業人員並延長作業時間，導致本年度人員集體劑量較前一年高，又 99 年度作業人員中個人年累積劑量最高者為 16.97 毫西弗，均未超過程序書之行政管制限值個人年累積劑量 18 毫西弗及輻防法規管制限值 50 毫西弗，輻防作業符合法規規定。

（二）廢棄物桶檢整重裝處理與貯存

蘭嶼貯存場自 96 年 12 月 13 日正式展開全面性廢棄物桶檢整重裝作業，截至 99 年 12 月 31 日止，累計完成檢整重裝之廢棄物桶共 81,178 桶，其中完整桶有 380 桶，除鏽補漆桶有 24,233 桶，輕微破損桶有 56,279 桶，以及破碎固化桶有 286 桶，99 年每月完成檢整重裝處理量暨累計量如表一。99 年度並未進行破損桶之破碎與重新固化，所以未產生重新固化桶，因此廢棄物桶貯存數量，迄至 99 年 12 月底止累計有 97,960 桶，貯存之各核設施廢棄物桶數量如表二。

(三) 貯存溝滲入水量統計與處理

審閱蘭嶼貯存場集水池 A、B 池每日水位紀錄表及貯水槽與圓形集水池之貯水量統計月報表，顯示 99 年全年貯存溝滲入水量累計約為 73.36 立方公尺，雖較 98 年的 108.34 立方公尺為低，但仍較 85 年至 98 年平均值 59.92 立方公尺為高。經查係因貯存場目前仍在進行檢整作業，貯存溝蓋板開啟頻率較高，導致雨水滲漏頻率增加，而使 99 年全年貯存溝滲入水量較歷年平均值偏高。台電公司已完成改善措施，除加強貯存溝防漏密封作業，於回貯作業時做好驟雨之防範措施，亦會對防颱準備事項加強查核，以落實防颱作業。另本局亦依管制作業程序，於颱風季節來臨前，提醒貯存場作好防颱準備，並於颱風季節檢查時列為重點檢查項目。85 年至 99 年間貯存溝滲入水量統計如圖二。

(四) 集水池廢液處理量

貯存場對於貯存溝滲入水，先收集至集水池 A 池，經蒸發器蒸發處理後貯存於 B 池、圓型池及貯水槽。統計 99 年 1 月至 12 月累計產生冷凝水約 126.26 立方公尺，取樣分析結果，相關核種活度均低於法規排放管制限度值以下（鈷-60 排放限值為 100 貝克/公升，銫-137 為 50 貝克/公升），經蒸發處理產生之冷凝水，為依循活度零排放原則，貯存場採取回收於場內作業使用。99 年 1 月至 12 月回收使用於清洗輻防衣之冷凝水約 11.39 立方公尺，截至 99 年 12 月底止累計回收使用之冷凝水達 535.75 立方公尺，相關作業均留存記錄備查。對於回收後及使用之冷凝水，依原能會 98 年 9 月 4 日函規定進行管制：「蘭嶼貯存場低放

射性廢水經處理後，其活度低於儀器最低可測濃度值者得以排放。」，經查 99 年度無廢水排放情形。累計至 99 年底止處理後之濃縮液共 11.85 立方公尺，分別貯存於 4 只 3000 公升 PE 桶內，其中 3 個已貯滿，皆放置於 4-1 貯存溝內，另 1 只未貯滿者則暫置於蒸發室旁續供使用。濃縮液將作為廢棄物桶重新固化時與固化劑拌合之用。

（五）場區地下水位量測及水樣核種分析

蘭嶼貯存場在規劃興建時，即依地形及地下水位之高度，分別在場區內高程 11、14、16、22、28 及 34 公尺處興建貯存溝。貯存溝底部及外牆均鋪設三層防水柏油油毛氈，以防止地下水滲入，貯存溝底部位於地面下 3.5 公尺，距離最高地下水位仍有 3 公尺以上，因此並無地下水滲入貯存溝之顧慮。另為掌握場區環境品質，本局每二個月採取編號 W1、W2、W3、W4 等四口地下水井之水樣各 5 公升，送輻射偵測中心分析，歷年分析結果均未測得人工核種。蘭嶼貯存場每月量測 9 座地下水監測井之水位資料如圖三。

（六）蘭嶼地區環境輻射偵測

原能會職司核能安全管制，對核能設施附近民眾安全及環境品質極為重視，有關蘭嶼貯存場之輻射安全管制，除要求台電公司應依規定提報環境偵測計畫及報告送審外，原能會所屬輻射偵測中心亦定期執行蘭嶼地區環境輻射偵測與 24 小時即時監測，偵測項目包含直接輻射、飲用水、地下水、海水、土樣、岸砂、

草樣、魚類、海藻等，以隨時掌握環境輻射變化，99 年度環境試樣分析總計共分析 584 件次，分析結果發現無異常情形，詳細的數據及偵測報告均公開於原能會網站，供民眾參閱。蘭嶼貯存場自營運以來，蘭嶼地區環境直接輻射一直都在自然環境背景輻射變動範圍內（介於 0.027~0.041 微西弗/小時），其直接輻射偵測結果如圖四。依據輻射偵測中心之分析資料評估結果，蘭嶼貯存場對居民可能造成之最大輻射劑量均小於 1 微西弗，遠低於貯存場設計限值每年 250 微西弗。

二、檢查管制

99 年除由本局派員檢查蘭嶼貯存場廢棄物桶檢整重裝作業、運貯作業、設備維修、滲入雨水收集貯存與處理、工安、品保、人員訓練與消防及保安作業等項目外，另由原能會輻射防護處協同檢查貯存場作業人員之輻射劑量管制、輻防設備校驗、輻射偵檢作業管制及場區環境輻射監測等作業，以確保檢整作業期間符合輻安與工安之法規要求。對所發現之缺失除要求貯存場應立即改善外，或開立「注意改進事項」與「違規事項」促請台電公司改善，以確保貯存場作業安全。本局 99 年檢查蘭嶼貯存場放射性廢棄物營運，曾發現之缺失情形摘述如下：

1. 依據「蘭嶼貯存場銹蝕破損廢棄物桶檢整重裝作業工作計畫書（修正 3 版）」，鋼構廠房 A 棟設計作為檢整作業廢棄物桶之暫存區，其設計容量為 2000 桶。1 月 12 日檢查發現鋼構廠房 A 棟有超貯現象，暫存數為 3255 桶（取桶數 29133 桶減去回貯數 25878 桶），超貯估計約 1200 桶，與工作計畫書之承諾不符。故於 1 月 21 日開立注意改進事項，要求台電

公司於三個月內完成改善。台電公司於 4 月 11 日，將鋼構廠房內廢棄物桶的暫存量降至 1952 桶，符合設計容量 2000 桶之承諾。

2. 依規定鋼構廠房暫貯區堆疊之重裝容器，因廠房屏蔽計算之故，第三層僅可用來承裝鐵皮。1 月 12 日檢查發現部份第三層重裝容器內承裝著廢棄物桶，與第三層重裝容器內僅可承裝鐵皮之承諾不符，故於 1 月 21 日開立注意改進事項，要求台電公司儘速改善。台電公司於 3 月 8 日完成第三層重裝容器吊移作業，以符合原規劃之要求。
3. 1 月 12 日檢查發現現場工作人員在三層重裝容器間攀爬，由於 2 公尺以上之作業屬高架作業，作業人員未依規定繫上安全索具，且現場只見 2 名作業人員，未見輻防、工安人員於現場監督，故於 1 月 21 日開立注意改進事項，要求台電公司落實相關工安規定與現場監督之責。台電公司於 3 月 8 日答覆將會加強工安宣導，並增加現場巡視之頻率，以避免工安事故的發生。
4. 1 月 12 日檢查發現管制區內空油漆桶、空調合劑桶隨地棄置，無人管理。另外 98 年 12 月曾要求場方清理各角落堆積之廢棄物，貯存場亦承諾於 98 年 12 月 20 日完成清理，經查證發現場方並未清理完畢，因此連同 1 月檢查發現，於 1 月 21 日開立注意改進事項，要求台電公司儘速改善。台電公司於 3 月 8 日回覆，堆積之廢棄物已清理完畢，至於油漆工具亦會集中存放並加強人員管理。
5. 1 月 12 日檢查發現處理中心山側空地有 21 個承裝鐵皮之 3×4 重裝容器露天暫貯，與檢整重裝作業工作計畫書內搭設遮蔽

- 棚架暫存放置之承諾不符，故於 1 月 21 日開立注意改進事項，要求台電公司儘速改善。台電公司為避免廢棄物桶露貯，於 3 月 25 日完成處理中心山側遮蔽棚架之搭建作業。
6. 1 月 13 日檢查發現大門警衛室之監視顯示器有 2 具影像模糊，另有 2 具監視方向偏差。又發現車輛污染偵檢系統與錄影系統有 10 多分鐘的時間差，故於 1 月 21 日開立注意改進事項，要求台電公司儘速改善監視顯示器影像以及校正車輛污染偵檢系統之時間。台電公司於 3 月 8 日完成大門監視器之維護作業，並對於車輛偵檢系統之時間差進行修正。
 7. 4 月 14 日巡視鋼構廠房內廢棄物桶整桶計測作業情形，發現作業區域內所堆放之 3×1 重裝容器出現銹蝕現象。故於 4 月 27 日開立注意改進事項，要求台電公司於整桶計測作業完成後，應對於銹蝕情形進行處理，才可回貯於貯存溝，以避免廢棄物桶繼續腐蝕造成汙染擴散。台電公司於 4 月 21 日完成 3×1 重裝容器之除鏽補漆作業。
 8. 4 月 14 日巡視處理中心放射性廢氣排放系統，發現屋頂廢氣排放系統出口端風管底部鐵皮銹蝕脫落。由於此現象重複發生頻率過高，本局於 4 月 27 日開立注意改進事項，要求台電公司儘速修復並建立巡視維護機制。台電公司於 5 月 13 日將銹蝕設備更換為不銹鋼製之風門，並將定期巡視該項設備，若發現銹蝕情形即進行更換。
 9. 9 月 14 日巡視鋼構廠房現場作業，發現鋼構廠房 B 棟後方放置盛裝桶箍之木箱與自產廢棄物，與該區使用目的不符；又發現鋼構廠房 A 棟後方廢棄物堆置凌亂，未妥善分類存放。故於 10 月 7 日開立注意改進事項，要求台電公司儘速改善。

台電公司表示會將鋼構廠房 A 棟後方廢棄物分類存放於盛裝 3x4 容器之木箱內，至於自產廢棄物在清查完成後，將會回貯於 13-1 貯存溝。

10. 10 月 6 日巡視貯存場山側之落石平台與排洪渠道，發現排洪道內雜草叢生並有土石堆積之情形，且靠近場區上方之欄杆底部因未養護，已發生混凝土剝落之現象。另外，亦發現貯存設施旁之排水溝，多處皆有雜草與雜物堆積其中，故當場要求台電公司儘速改善。台電公司於 12 月 15 日完成排洪渠道的清運作業，並對於剝落之混凝土進行填補修復，排水溝內堆積之雜草與雜物亦已完成清理。
11. 12 月 13 日巡視防洪排水渠道清運工程現場，發現三名工作人員攀爬至後方上層擋土牆，後再利用怪手的挖頭作為升降梯回到地面，全程未配戴安全帽或其它安全裝置，有工安虞慮。故於 12 月 31 日開立注意改進事項，要求台電公司落實現場作業監督，以避免工安事故發生。
12. 3x4 重裝容器原為檢整重裝廢棄物桶之用，然而台電公司卻使用部份重裝容器存放洗衣廢水，為了確保檢整重裝容器之完整性，本局曾要求貯存場應將盛裝洗衣廢水之 3x4 重裝容器編號列管，且在重新檢視其功能無虞前不可做為重裝容器使用。12 月 14 日巡視現場作業時發現，具有編號之重裝容器被當作第二類廢棄物桶的運送容器使用，與前述承諾不符。故於 12 月 31 日開立注意改進事項，要求台電公司須依前述規定完成檢查，才得另做與廢棄物桶相關之運貯作業。
13. 依據「蘭嶼貯存場銹蝕破損廢棄物桶檢整重裝作業工作計畫書（修正 4 版）」第五章廢液處理與處置之規定，洗衣廢水

的處理應經由蒸發器製成冷凝水，並回收使用於場內工程或報准他用。12月13日巡視現場作業時發現，場方處理洗衣廢水的方式係使用沸石粉、石灰與硫酸化物等藥劑進行吸附沉澱，與工作計畫書之程序不符。故於12月31日開立五級違規，要求台電公司儘速提出具體改正措施。

肆、未來管制重點

蘭嶼貯存場自96年12月13日正式展開全面性廢棄物桶檢整重裝作業，迄99年底止已滿三年餘，且預定於民國100年9月底前完成所有廢棄物桶之檢整重裝。為確保作業安全，本局針對貯存場廢棄物桶檢整重裝作業，除加強安全管制，要求台電公司隨時檢討檢整重裝作業內容並予以改善，更要落實對輻安與工安之作業承諾，本局將持續推動下列各項管制工作：

1. 要求台電公司繼續加強督導檢整重裝作業承攬商，遵守相關輻安與工安要求及相關作業程序書規定，落實「工安與輻安管制計畫」與「鏽蝕破損廢棄物桶檢整重裝作業工作計畫書」所承諾之輻安、工安作業，確保工作人員安全。
2. 為避免作業造成之輻射劑量集中於少數人身上，作業期間應落實人員劑量管制作業及合理抑低原則，對進出管制區人員應予適當管制。
3. 兩組小型遮蔽物件已架設完成，將加速取桶作業之進行，可能造成檢整完成桶回貯前暫貯空間之不足，要求台電公司應預先妥善規劃，以免影響檢整作業之進度並造成場外輻射劑量增加。

4. 為確保廢棄物桶長期貯存安全，要求台電公司對貯存溝安全檢查所發現之缺陷，應切實依貯存溝修繕作業程序書進行修繕，並加強蓋板與貯存溝及溝壁伸縮縫處的水密性，以確保貯存溝結構品質與密封性。
5. 加強貯存場各項作業之自主管理，要求台電公司重新檢視修正現行使用中之蘭嶼貯存場作業程序書，並落實各項檢查、作業管制及品質保證，以確保檢整作業安全。
6. 要求台電公司確實執行檢整作業之相關作業紀錄與貯存場場區內、外環境輻射偵測及紀錄，相關檢整作業與環測資料數據應予以電腦資訊化並建立備分存檔，將數據繪製成分析圖，俾利查核及追蹤處理。
7. 為避免 3x4 重裝容器露貯而於處理中心山側搭設之棚架，依據建築法第九十九條屬於臨時性之建築物無須另行申請建照，然而檢整重裝作業預計將於 100 年 9 月結束，故要求台電公司於檢整作業完成後，應予以拆除以免違法。
8. 「蘭嶼貯存場洗衣廢水處理管制計畫」業經本局同意核備，往後將要求台電公司依照計畫確實執行，並持續追蹤處理後之澄清液活度是否小於 MDA 以及後續處理情形。
9. 第 4 類嚴重破損桶將於 100 年開始進行重新固化，屆時將要求台電公司應依據相關程序書執行固化作業，並確實掌握貯存溝回貯空間是否充足以及固化體品質是否合乎標準。

伍、結論

蘭嶼貯存場全面性展開檢整重裝作業迄 99 年底已滿三年

餘，在執行進度上因受取出設備及天候之影響，檢整作業進度與規劃之進度有所落後。然本局管制重點在於作業安全與環境品質之確保，除了派員加強執行安全檢查並將所發現之缺失，於檢查後會議中要求台電公司改善、說明外，視缺失之嚴重程度，開立違規或注意改進事項要求台電公司改善，並要求台電公司應加強自主管理，切實督導作業人員嚴格遵守相關輻安與工安及相關作業程序書之規定，以及落實「工安與輻安管制計畫」與「鏽蝕破損廢棄物桶檢整重裝作業工作計畫書」所承諾之安全事項，以確保人員與作業安全及蘭嶼地區之環境品質。回顧本年度作業，蘭嶼貯存場廢棄物桶檢整重裝作業，無人員輻安與工安事故發生，但由於部分作業不符合檢整作業計畫書或相關程序書之規定，計開立 5 項注意改進事項與 1 項五級違規。

表一：

蘭嶼貯存場 99 年放射性廢棄物桶完成檢整重裝統計表

單位：桶

日期	完整桶	除銹補漆	重裝桶	破碎固化	總計
98 年底前	0	8,296	24,947	286	33,529
99 年 1 月	0	1,237	3,288	0	4,525
99 年 2 月	0	792	1,500	0	2,292
99 年 3 月	0	1,344	4,464	0	5,808
99 年 4 月	272	1,248	4,608	0	6,128
99 年 5 月	108	1,296	2,736	0	4,140
99 年 6 月	0	1,380	3,216	0	4,596
99 年 7 月	0	1,344	1,308	0	2,652
99 年 8 月	0	1,464	3,000	0	4,464
99 年 9 月	0	1,428	1,728	0	3,156
99 年 10 月	0	1,572	2,112	0	3,684
99 年 11 月	0	1,452	2,208	0	3,660
99 年 12 月	0	1,380	1,164	0	2,544
99 年累計	380	15,937	31,332	0	47,649
總累計	380	24,233	56,279	286	81,178

表二：

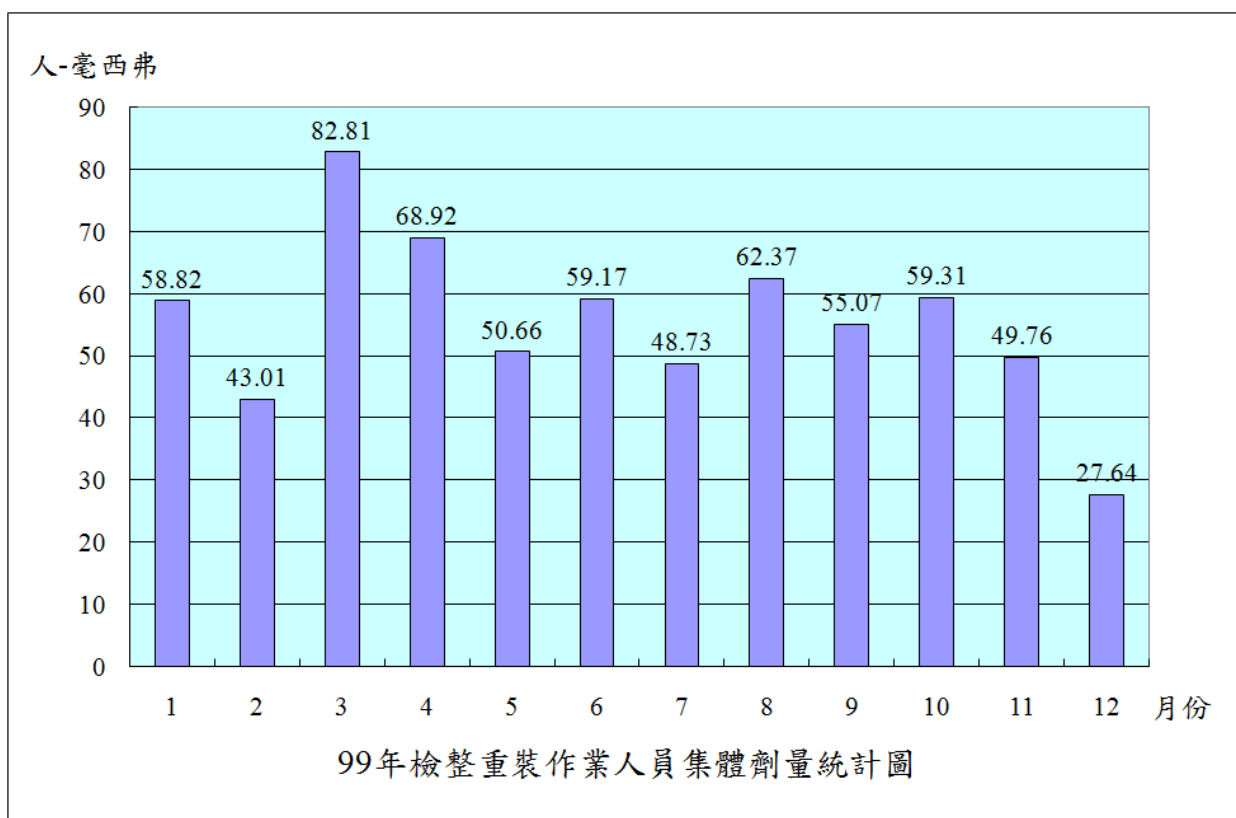
蘭嶼貯存場放射性廢棄物貯存桶數統計表

截至 99 年 12 月 31 日止

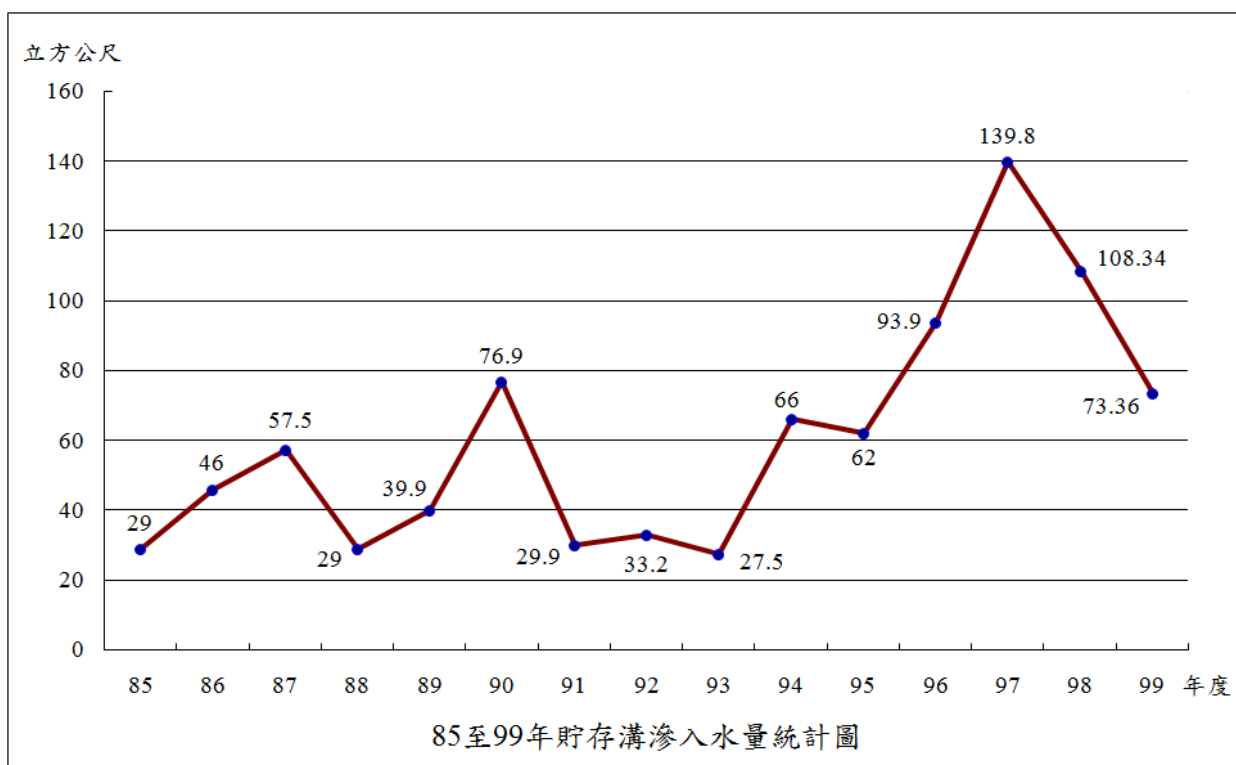
單位：桶

廢棄物來源單位	累 積 貯 存 量	
	原貯存量	檢整後貯存量
核 一 廠	42,028	41,893
核 二 廠	37,488	37,337
核 三 廠	6,336	6,336
核 研 所	11,292	11,292
減 容 中 心	528	528
蘭嶼貯存場 (檢整重裝固化桶)	0	574
總 存 量	97,672	97,960

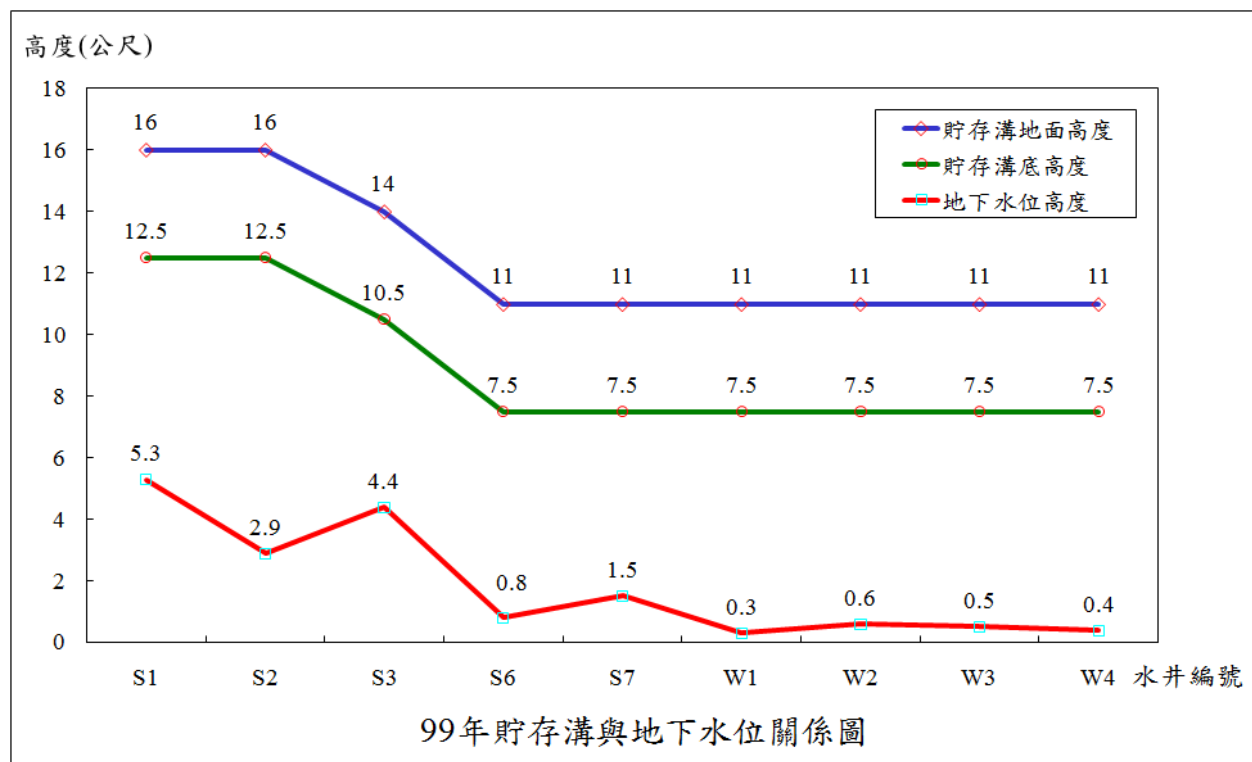
圖一：



圖二：



圖三：



圖四：

