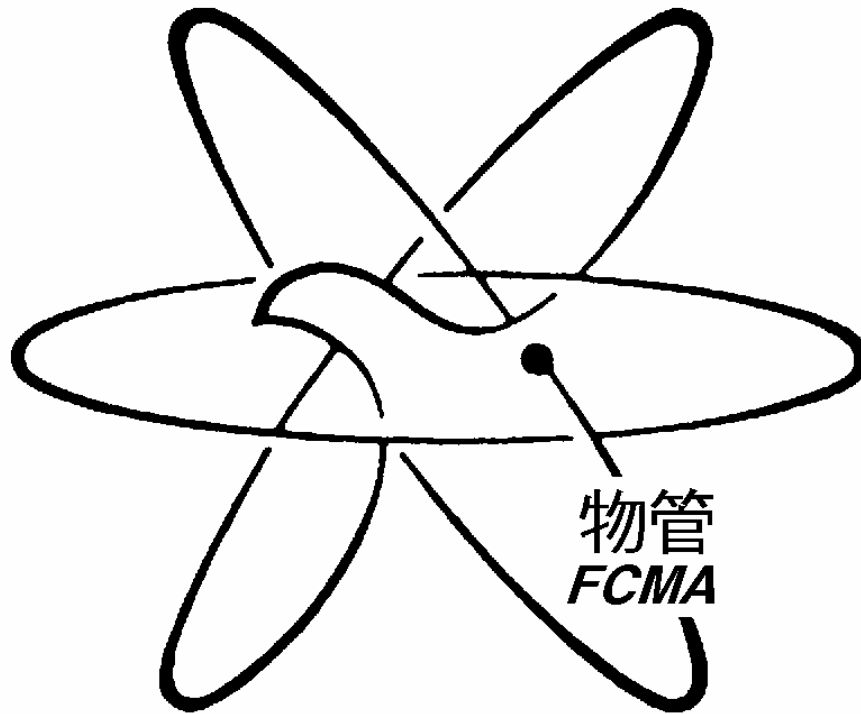


九十七年蘭嶼貯存場管制報告



行政院原子能委員會放射性物料管理局

民國 98 年 2 月

九十七年蘭嶼貯存場管制報告

目 錄

壹、前言	01
貳、管制作業	01
參、管制績效	02
肆、未來管制重點	13
伍、結論與建議	14

九十七年蘭嶼貯存場管制報告

壹、前言

蘭嶼貯存場自 85 年 2 月接收最後一批廢棄物桶貯存後，即停止接收作業，總累計接收 97,672 桶。針對蘭嶼貯存場廢棄物桶銹蝕問題，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」，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。台電公司隨即製作完成鍍鋅重裝容器與廢棄物桶取出裝置，並設置包含除鏽補漆、重新固化與重裝等作業系統的處理中心，以及興建完成鋼構廠房以暫貯重裝容器，並於 96 年 12 月 13 日展開正式的檢整重裝工作。

檢整重裝作業迄今已滿一年，行政院原子能委員會放射性物料管理局(以下簡稱本局)為確保廢棄物桶檢整作業安全，作業期間除要求台電公司應遵循游離輻射防護法、放射性物料管理法與勞工安全衛生之安全要求事項，並落實工安與輻安管理外，運轉期間本局每月均派員檢查，以增進貯存場之營運安全。此外，逐月將廢棄物桶檢整重裝作業之相關資訊，公告於原能會網站，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，要求台電公司提報有關蘭嶼貯存場之運轉、輻射防護、環境監測等報告，其中運轉月報提報資料包括：廢棄物桶檢整重裝桶數統計、貯存桶數、集水池排放紀錄等項；以及其他相關資料包括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。

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，每月派員進行例行檢查、每年並執行 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。97 年執行例行檢查計 9 次、邀請專家學者進行工安查核 1 次及年度定期檢查 1 次。檢查重點包括：鏽蝕廢棄物桶檢整重裝準備作業、輻射安全管制作業、貯存壕溝結構安全與密封作業、貯存壕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、工安、人員訓練、保安作業檢查、作業程序書與設施設備修改之管制、貯存場緊急應變作業及其他檢整配合事項等。藉由前述運轉報告審核、現場檢查及管制會議之議題，以確實掌握蘭嶼貯存場之營運安全。

參、管制績效

本局為確保蘭嶼貯存場營運及鏽蝕廢棄物桶檢整作業之安全，除要求台電公司須遵照「游離輻射防護法」及「放射性物料管理法」之規定執行相關作業外，並應符合相關工安及環保法規。本局對蘭嶼貯存場之管制重點，在於確保廢棄物桶之貯存與環境安全，廢棄物桶檢整作業安全及固化體品質能符合法規要求。蘭嶼貯存場 97 年的管制現況說明如下：

一、營運現況

(一)廢棄物桶檢整重裝處理與貯存

蘭嶼貯存場自 85 年 12 月起，開始進行試驗性檢整重裝作業，96 年 12 月 13 日正式展開廢棄物桶檢整重裝作業，截至 97 年 12 月 31 日止，已完成檢整重裝廢棄物 15,944 桶，其中除鏽補漆 3,251 桶，輕微破損重裝 12,407 桶及破損桶 286 桶，97 年每月檢整重裝處理量如表一；97 年度因未進行破損桶之破碎固化重裝，其廢棄物桶貯存數量未變動，迄今累計貯

存 97,960 桶，貯存數量如表二。

表一：蘭嶼貯存場 97 年放射性廢棄物桶檢整重裝統計表

年/月	除銹補 漆桶數	破碎桶數	重裝桶數	檢整重裝 桶數合計
96 年底前	3,251	286	5,147	8,684
97 年 1 月	0	0	348	348
97 年 2 月	0	0	168	168
97 年 3 月	0	0	504	504
97 年 4 月	0	0	912	912
97 年 5 月	0	0	1,296	1,296
97 年 6 月	0	0	792	792
97 年 7 月	0	0	636	636
97 年 8 月	0	0	96	96
97 年 9 月	90	0	0	90
97 年 10 月	206	0	264	470
97 年 11 月	64	0	864	928
97 年 12 月	0	0	1,020	1,020
97 年累計	360	0	6,900	7,260
總累計	3,251	286	12,407	15,944

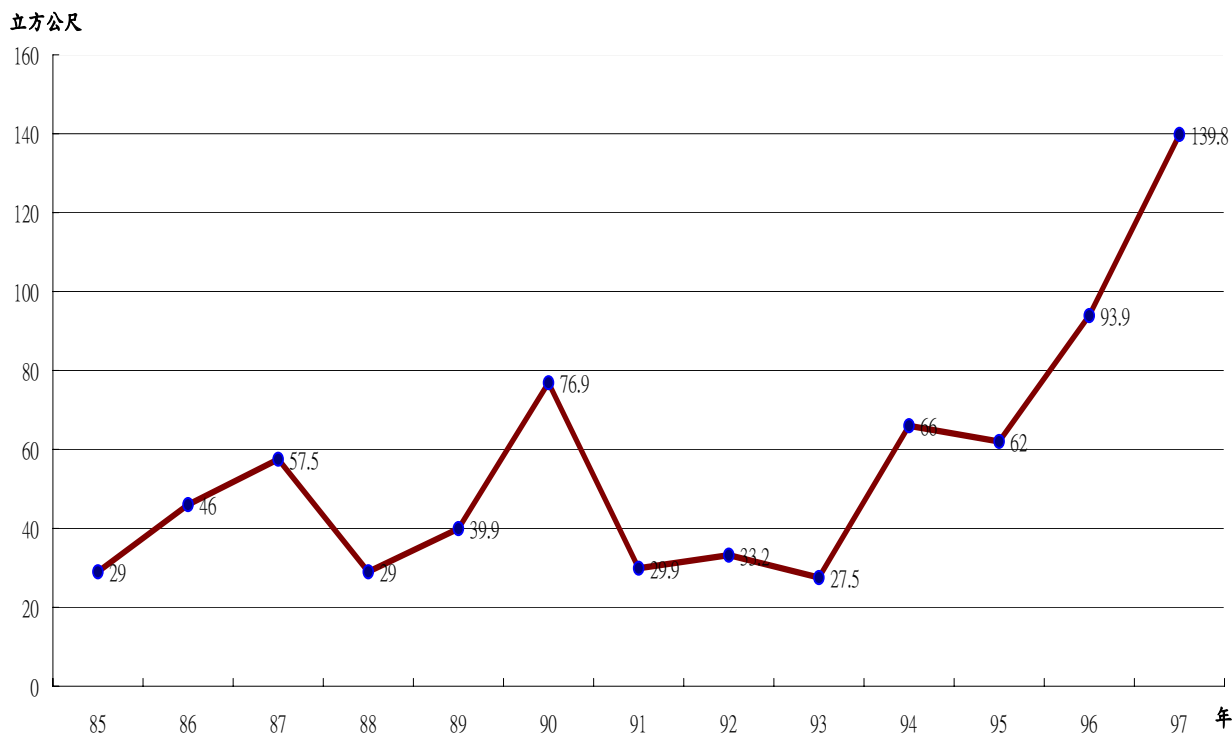
表二：蘭嶼貯存場放射性廢棄物貯存桶數統計表

接收單位	累 積 貯 存 量	
	原貯存量	檢整後貯存量
核 一 廠	42,028 桶	41,893 桶
核 二 廠	37,488 桶	37,337 桶
核 三 廠	6,336 桶	6,336 桶
核 研 所	11,292 桶	11,292 桶
減容中心	528 桶	528 桶
蘭嶼貯存場 (檢整重裝固化桶)	0 桶	574 桶
總 存 量	97,672 桶	97,960 桶

統計時間 97 年 12 月 31 日

(二)貯存溝入滲雨水數量統計與處理

經審閱蘭嶼貯存場集水池 A、B 池每日水位、貯水槽及圓形集水池之貯水量統計月報表，顯示 97 年全年貯存溝雨水滲入量累計約 139.8 立方公尺，較 85 年至 96 年平均值 49.2 立方公尺為高，顯示貯存場於正式展開廢棄物桶檢整重裝作業後，對貯存溝防漏作業未能落實，導致 97 年全年貯存溝雨水滲入量較歷年偏高，顯現貯存溝防漏密封作業仍有必要加強改善。85 年至 97 年間貯存溝雨水滲入量統計如下圖：



85年至97年貯存溝入滲雨水統計表

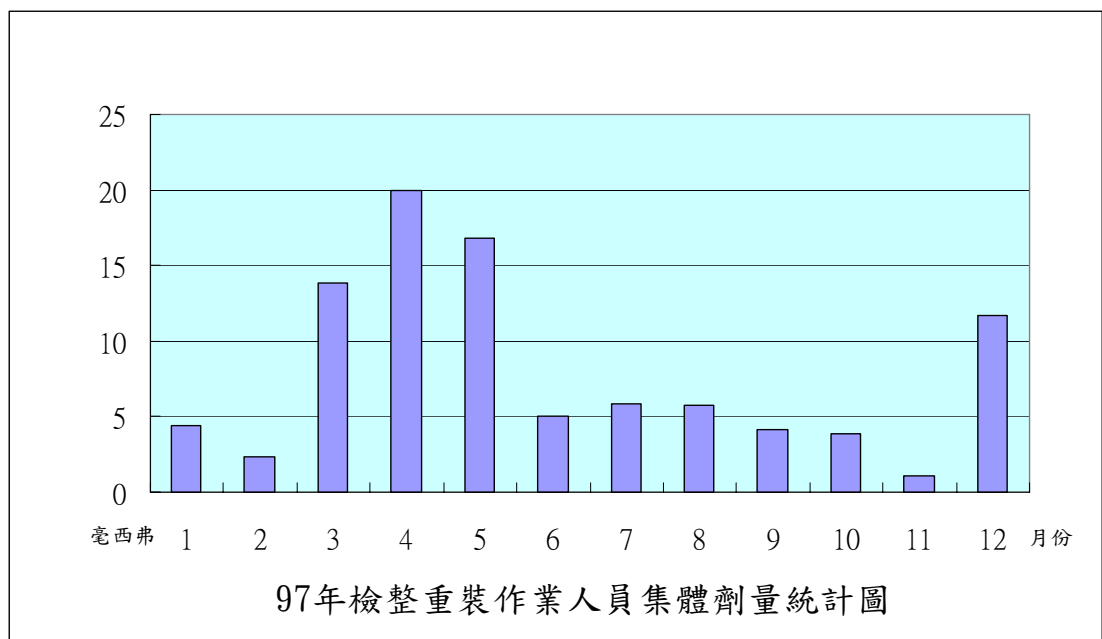
(三)集水池廢液處理量

貯存溝對滲入貯存溝之雨水，均先收集至集水池 A 池，經蒸發器蒸發處理後貯存於 B 池、圓型池及塑膠貯水槽。經統計 97 年 1 月至 12 月累計產生冷凝水約 76.3 立方公尺。取樣分析結果各核種活度均低於許可排放之法規值以下（鈷-60 排放限值為 100 貝克/公升，銫-137 為 50 貝克/公升）。對蒸發處理產生之冷凝水，蘭嶼貯存場均回收使用於場內作業，截至目前為止，冷凝水已回收使用 524.3 立方公尺，並留存記錄備查。處理後之濃縮液共 7.1 立方公尺分別貯存於塑膠貯水槽（容量 3 立方公尺）共 3 個，其中 2 個已貯滿，將於執行廢棄物桶重新固化裝桶時使用。

(四)作業人員劑量管制

有關貯存場廢棄物桶檢整作業之輻射防護管制，台電公司

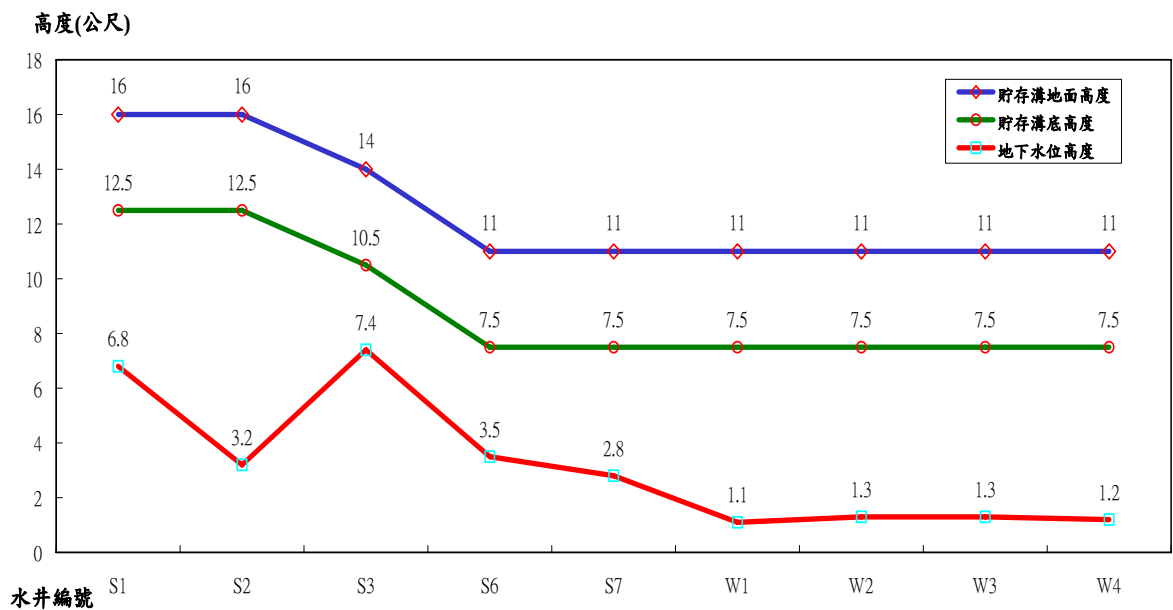
應符合輻防法及貯存場輻射防護作業程序書之規定執行。參與作業人員之體檢、全身計測、佩章、登記簿、輻防爆露許可證及輻防訓練、輻射工作許可證(RWP)等出入手續均按規定於開工前完成檢查及存檔。作業期間均執行工作前、後之污染與輻射強度偵測並留存紀錄備查。經查閱貯存場 97 年 1 月至 12 月檢整作業期間作業人員集體劑量最高為 20 人毫西弗，最低為 1.08 人毫西弗，全年累計 94.76 人毫西弗，符合貯存場輻射防護計畫規定，97 年每月之作業人員集體劑量統計如附表。另作業人員 97 年度個人年累積劑量最高者為 7.09 毫西弗，未超過程序書行政管制限值 18 毫西弗及輻防法規管制限值 50 毫西弗，符合法規規定。



(五)場區地下水位量測及水樣核種分析

蘭嶼貯存場在規劃設計興建之時，即依地型及地下水位之高度分別在場區內高度 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。依據蘭嶼貯存場每月量測 9 座地下水監測井

之水位資料顯示如圖，貯存溝底部(地面下 3.5 公尺)之高度，距離各階最高地下水位高度仍有 3 公尺以上之距離，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狀況，本局每二個月採取編號 W1、W2、W3、W4 等四口地下水井之地下水試樣各 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。

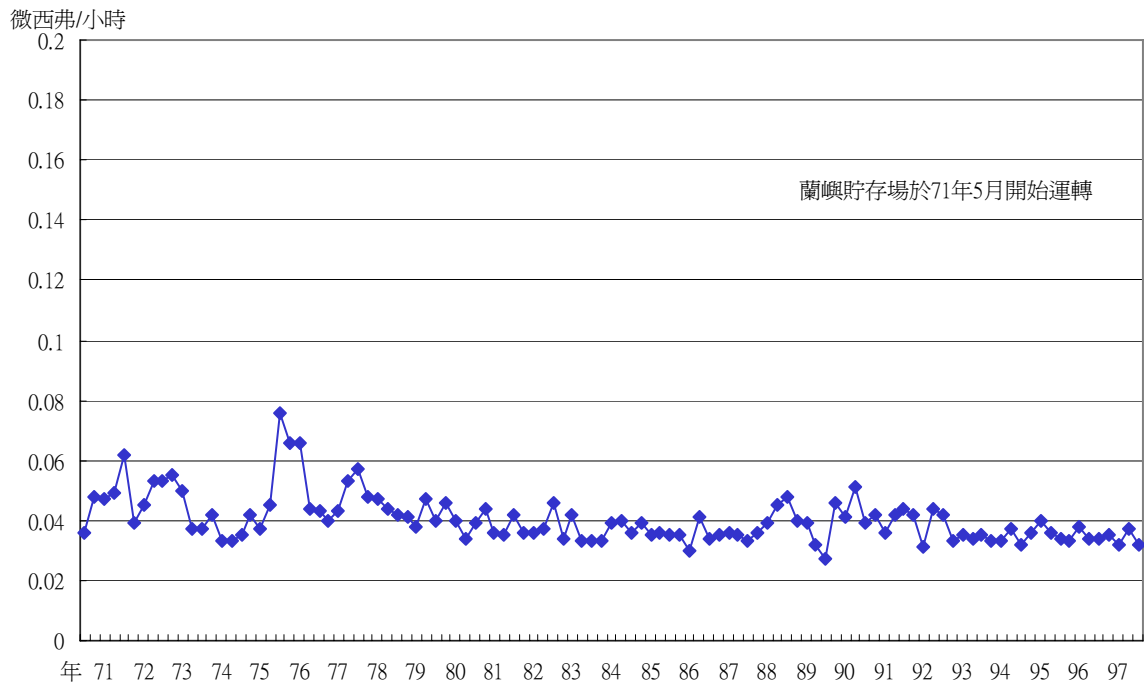


貯存溝與地下水位關係圖

(六) 蘭嶼地區環境輻射直接偵測

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保護極為重視。有關蘭嶼貯存場之輻射安全管制，除要求台電公司依規定提報環境偵測計劃及報告送審外，另由原能會所屬輻射偵測中心定期偵測蘭嶼地區環境，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，97 年分析件數計 588 件，分析結果並未發現異常，詳細的數據及偵測報告均公告於原能會網站，供民眾參閱。歷年來蘭嶼地區直接輻射

偵測結果如附表，顯示該地區之環境輻射一直都在自然環境背景輻射變動範圍內（介於 0.025~0.046 微西弗/小時）。依據輻射偵測中心分析資料評估結果，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。



歷年來蘭嶼地區直接輻射偵測紀錄圖

二、檢查管制

97 年蘭嶼貯存場安全檢查，除由本局人員負責審視貯存場之廢棄物桶檢整重裝作業、運貯作業設備維修、入滲雨水之收集貯存及處理、工安、品保、人員訓練及消防、保安作業等項目列為重點查核外，另請原能會輻防處協助檢查貯存場作業人員之人員劑量管制、輻防設備校驗、輻射偵檢作業管制及場區環測作業等項目，以確保檢整作業符合工安與輻安之法規要求。對所發現之缺失除已要求貯存場應立即改善外，並開立「注意改進事項」，函請台電公司督促貯存場改善，以確保貯存場作業安全。97 年蘭

嶼貯存場檢查發現缺失及改善辦理情形分述如下：

1. 依據貯存場處理中心安全分析報告，規定處理中心正常運轉時係以 800kW 發電機提供處理中心各項處理設備之用電，經檢查發現貯存場檢整作業承包商所購置之發電機為 640kW/800kVA，不符合安全分析報告之規定。台電公司經評估後擬以分配式供電方式再增加 100kW、125kW 發電機各一部，以符合安全分析報告之規定，目前仍在申請審核中，預定審核通過後二個月內改善完成。
2. 處理中心執行廢棄物桶檢整作業時，其通風系統所排放之廢氣需經高效率過濾器(HEPA)過濾後效率達 99.97%以上，符合法定排放標準後始得排放。經查該項設備自 95 年 8 月進行苯二甲酸二辛脂粒子檢測(DOP)後，迄今已逾年餘，不符合程序書要求。經台電公司委託核研所於 97 年 5 月 9 日執行 DOP 檢測，其中處理中心 EF-10 經檢測其過濾效率為 99.75%、取出單元 EFU-1、EFU-2 過濾效率為 97%，不符合規定。台電公司經更新設備後，再進行檢測結果已符合規定，本次經本局查核後，於 97 年 11 月 5 日同意結案，並要求留存紀錄備查。
3. 現場巡視發現部分貯存壕溝蓋板於吊卸作業時混凝土有碎裂脫落現象，要求台電公司於執行檢整作業時加強注意蓋板吊卸安全，並應儘速予以修復或更換。另要求作業人員於進行貯存溝蓋板吊掛作業時應依工安作業規定，隨時提高警覺。台電公司以製作完成 14 片蓋板，汰換部分損壞不堪使用之蓋板，本項改善作業已於 97 年 9 月 30 日完成。本項經本局審核後，於 97 年 10 月 29 日同意結案，並要求台電公司應落實貯存溝蓋板防水膠膜劣化之修補作業及施工品質檢驗，以阻絕雨水之滲漏。
4. 查閱集水池廢液蒸發系統設備檢修單紀錄、以及廢液蒸發系統

啟動前及運轉中每週確認檢查紀錄表，顯示廢液蒸發系統加熱管性能不足，故障率仍偏高。台電公司已完成相關作業程序書修訂，加強電源接點清洗並加絕緣油，定期檢測、洩放濃縮液至濃漿槽級清除結晶，以提高冷卻效率。經現場查核後，本局於 97 年 9 月 19 日同意結案，並要求台電公司應切實依作業程序書執行定期檢測、濃縮液洩放及蒸發器內結晶物之清除。

5. 經查核部分作業設備及作業程序，不符原申請核備之檢整工作計畫之規定，要求台電公司檢討差異之處，針對部分作業設備、作業程序及方式與原作業程序書或檢整作業工作計畫書不符合之處。台電公司已依實際作業修訂「蘭嶼貯存場銹蝕破碎廢棄物桶檢整重裝作業工作計畫書(修正版)」，陳報本局，經審核後於 97 年 8 月 27 日同意核備。
6. 現場巡視鋼構廠房所暫存之 3x4 重裝容器，發現部分重裝容器表面經除銹補漆後仍有銹斑，顯現除鏽補漆作業不夠徹底。要求台電公司應建立作業程序。針對此項台電公司已將 3x4 重裝容器除鏽補漆作業程序列入「蘭嶼貯存場低放射性廢棄物桶運貯作業程序書」第 6.5 節，並督促承包商確實遵照程序書辦理，並落實抽查機制，使用前皆經檢查並拍照存查，本項經查核後本局於 97 年 9 月 19 日同意結案。
7. 取出單元通風系統排風量略顯不足，導致內部悶熱，為確保該工作場所合理溫度以及維護工作人員安全，要求台電公司改善取出單元之通風系統，並將溫度列入查核記錄項目。台電公司已於 97 年 7 月 2 日裝設兩台冷風機，並於室內吊掛溫度計每日量測溫度並予記錄。經抽測取出單元作業現場空浮濃度未發現有異常情形，經現場查核後本局於 97 年 8 月 29 日同意結案。
8. 現場巡視發現取出單元作業區原裝設之 8 盞照明燈中，有 6 盞不亮，雖於週邊另裝 5 盞水銀燈補助照明，唯其照度是否符合

勞工安全衛生法規定，要求台電公司依規定進行照度測定以符合規定。台電公司於 97 年 7 月 16 日修復完成，並進行照度測量已符合勞工安全衛生法規定，並留存記錄備查，經現場查核後本局於 97 年 10 月 16 日同意結案。

9. 經查廢棄物桶取出單元之隔離裝置因故障未使用，與蘭嶼貯存場取出單元作業程序書之規定不符，且多次造成吊卸中之廢棄物固化體散落於重裝容器外，有造成污染之疑慮。台電公司已依實際作業現況修訂取出單元作業程序書及工作計畫書，並於取出單元卸料口加裝可收放之隔離塑膠布，改善卸料口隔離狀態。經現場查核後本局於 98 年 1 月 15 日同意結案。另要求台電公司除前述改善外，應將取出單元之固定式起重機吊卸設備、柴油發電機、電氣系統、通風系統、隔離負壓系統、照明系統、輻射監測系統及其他設備之啟動前檢查，列入蘭嶼貯存場取出單元作業程序書內，以確保作業安全。
10. 貯存場鋼構廠房其使用規劃為廢棄物桶與 3×4 重裝容器之暫貯，內部除貯放廢棄物桶及 3×4 重裝容器外，要求台電公司應將其他非放射性廢棄物品遷移它處，以符合原規劃且避免受到污染。台電公司已建立鋼構廠房管理、使用作業程序書。將非放射性廢棄物品整理後移往龍門碼頭存放，經現場查核後本局於 97 年 9 月 30 日同意結案。
11. 查閱貯存壕溝內部損壞修補作業紀錄，顯示執行貯存壕溝混凝土缺陷之修補作業不確實，要求台電公司改善，以確保貯存壕溝結構品質與密封性。台電公司已依本局要求，針對修補方式有缺陷之各處重新修補，並留存紀錄備查。經現場查核後本局於 97 年 9 月 19 日同意結案。
12. 依據放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則第 16 條規定，氣候條件不適宜進行檢整作業時，應停止作業。經查閱貯

存場氣象觀測系統紀錄顯示5月份之日平均風速有5日達到強風標準，其中13、14、15日連續3日風速在每秒12.54~17.07公尺，已達應停止作業規定，惟查閱檢整作業工作日報表顯示當日仍進行遮蔽物件浪板安裝與3x4重裝容器回貯作業，違反規定。為避免發生工安意外，要求台電公司依規定於風速達到強風限值時，應停止作業，以符合相關規定。台電公司已於97年5月14日以備忘錄通知承包商，爾後室外之檢整作業應依相關法規辦理，嚴禁類似事件之再發生，經現場查核後本局於97年9月19日同意結案。

13. 查閱貯存場作業程序書發現部分有權責區分不清、新舊版混用、表格不一、檢查表格內檢點結果與檢查動作不符等情事，要求台電公司應重新檢視修正現行使用中之作業程序書，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，並於半年期限內完成檢討修正後，送本局備查。目前台電公司依程序辦理修改，預定於98年4月30日完成。
14. 台電公司於95年10月12日提送於貯存溝區增設「簡易型鋼結構遮蔽空間設施」及96年1月9日提送之「蘭嶼貯存場銹蝕破損廢棄物桶檢整重裝工作計畫書(修正版)」，經本局審核後分別於95年11月6日、96年5月14日同意核備在案。因該設施於施工期間曾進行部分設計修改與設備變更，目前台電公司依蘭嶼貯存場設計修改管制作業程序辦理送審中，預定於98年3月31日完成。
15. 貯存場97年截至12月底止，集水池進水量約為139.8立方公尺，較歷年平均49.2立方公尺高，要求台電公司儘速查明集水池進水異常增加之原因，並提出檢討改善措施。目前台電公司已完成異常增加之原因調查，預定於98年3月15日完成蓋板接縫膠膜之改善。

肆、未來管制重點

蘭嶼貯存場自 96 年 12 月 13 日正式展開廢棄物桶檢整重裝作業，迄今已滿一年，本局針對廢棄物桶檢整重裝作業，除加強安全管制，要求台電公司於開始作業後一年內，全面檢討原預估條件及相關作業，並落實對工安與輻安之管制承諾，未來本局將持續推動下列各項管制工作：

1. 要求台電公司加強督導檢整重裝作業承包商遵守相關工安要求及相關作業程序書要求，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」所承諾之工安、輻安作業，確保人員與作業安全。
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，以及貯存溝作業管制區域隔離與人員進出管制及適當之工作分配。
3. 取桶作業設備遮蔽物件已完成，未來將擴大取桶作業，可能造成檢整完成桶回貯空間之不足，應預先妥善規劃，以免影響檢整作業之進行及造成場外輻射劑量增加。並加強「執行貯存溝入滲雨水之處理與再利用」措施，無污染之廢水應依相關法規申請核准後，依規定排放。
4. 為確保廢棄物桶長期貯存安全，要求台電公司對貯存壕溝安全檢查所發現之缺陷，應切實依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，以確保貯存壕溝結構品質與密封性。
5. 加強貯存場各項作業管理，要求台電公司重新檢視修正現行使用中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、外環境輻射偵及紀錄。相關檢整作業與環測資料數據應予以電腦資

訊化及建立備分存檔，並將數據繪製成分析圖，俾利查核及追蹤處理。

伍、結論

蘭嶼貯存場正式展開檢整重裝作業迄今已滿一年，在執行進度上因受遮蔽物件設計變更與組裝進度落後及天候之影響，檢整作業進度與預定作業規劃進度有所落後。檢整作業期間本局均派員加強執行安全管制，檢查時所發現之缺失，除於檢查後會議中提出改善要求外，並開立注意改進事項要求貯存場限期改善。除前述缺失改善，另要求台電公司應加強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。