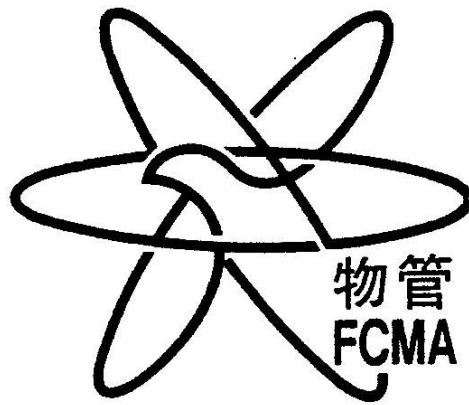


100 年蘭嶼貯存場管制報告



行政院原子能委員會放射性物料管理局

民國 101 年 4 月

100 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.....	4
肆、未來管制重點.....	12
伍、結論.....	13

100 年蘭嶼貯存場管制報告

壹、前言

蘭嶼貯存場自民國 71 年完工啟用，累計貯存放射性廢棄物固化桶共 97,672 桶，由於蘭嶼地區天候高溫、潮濕、多鹽份，為避免因廢棄物桶銹蝕影響核廢料長期貯存之安全，放射性物料管理局(以下簡稱本局)於 81 年間即責成台電公司成立「蘭嶼貯存場廢料桶檢整作業小組」，並要求提出檢整作業計畫，積極進行檢整重裝技術研發及展開相關作業，以消除民眾之疑慮。台電公司自 96 年 12 月底全面展開檢整重裝作業，歷經四年時間，已於 100 年 11 月 26 日完成全部廢棄物檢整，計回貯 100,277 桶。貯存場將於 101 年 6 月底前完成復原作業，回歸靜態貯存。檢整作業期間，本局除要求台電公司執行各項處理及防範措施外，並加強現場查核確認輻射防護及工業安全等管制措施，使檢整作業對環境與居民健康之影響可降至最低。每月的檢整重裝作業相關資訊，均公開於原能會網站，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，其中運轉月報提報資料涵蓋檢整重裝桶數統計、貯存桶數、集水池排放紀錄等事項。經本局審核確認

無誤後，將相關資料登載於原能會網頁供民眾參閱。

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。100 年執行相關檢查作業包括例行檢查 16 次、年度定期檢查 1 次。另外，為確認檢整作業符合輻防及工安之要求，本局亦於 100 年 8 月至 10 月增派人力執行每週駐場檢查，以確認回貯及相關作業符合安全規定。100 年檢查人力統計如表一。

檢查重點包括遮蔽物件內的取桶作業、廢棄物桶廠內運送作業、第二類桶除銹補漆作業、第三類桶重裝作業、第四類桶破碎固化作業，貯存壕溝的清理與回貯作業等。另對各設備的運轉狀況與維護情形進行查證，包括場區的環境輻射、處理中心的通風與電氣設備、貯存壕溝的密封與蓋板維護情形、臨時棚架與鋼構廠房的暫存狀況、活度零排放管制查核、防洪排水渠道的清運疏通、保全措施與人員進出管制的落實、機具的維護保養及文件紀錄品質等相關之場務管理作業。對檢查發現有不適當或不符規定之作業情形，則開立注意改進或違規處分，追蹤後續改善至符合規定後始可結案。

表一 100 年物管局執行蘭嶼貯存場檢查統計表

	日期	天數	人	總人日
1 月	1/19~1/20	2	2	4
2 月	天候不佳	0	0	0
3 月	天候不佳	0	0	0
4 月	4/13~15	3	5	15
5 月	5/10~~13	4	3	12
6 月	5/31~6/1	2	3	6
	6/27~30	4	6	24
7 月	7/11~14	4	2	8
8 月	8/15~19	5	2	10
	8/22~26	5	2	10
9 月	9/5~9	5	2	10
	9/19~21	3	3	9
10 月	10/3~5	3	1	3
	10/12~14	3	1	3
	10/18~20	3	1	3
	10/25~27	3	1	3
11 月	11/22~25	4	2	8
12 月	11/30~12/2	3	1	3
總計		56	37	131

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，100 年的營運作業管制情形說

明如下：

一、 檢整作業檢查管制

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 100 年 11 月 26 日完成為止，此次全面性檢整重裝之廢棄物桶累計完成 91,910 桶，其中完整桶有 180 桶，除鏽補漆桶有 30,057 桶，重裝桶有 59,263 桶，以及破碎固化桶有 2,410 桶，其中破碎固化部分需增添加注固化劑，故數量上會些微增加，此兩千餘桶經固化後產生新桶 5,015 桶，目前共貯存 100,277 桶廢棄物，各項檢查管制要求分述如下：

（一） 檢整重裝作業要求

對於檢整重裝作業，要求台電公司需遵照「游離輻射防護安全標準」及放射性廢料相關法規之規定進行外，並訂「低放射性廢料桶檢整重裝作業管理要點」據以執行，其重要規定如下列六項：

1. 檢整重裝作業所使用之重裝容器、處理設備及固化劑應符合有關法規規定，並經物管局核准後，始得使用。
2. 要求廢棄物桶取出作業，應採遮閉式室內作業，以防止放射性物質擴散污染環境。
3. 檢整重裝作業須依核備後之「檢整重裝作業計畫書」執行。
4. 加強安全監督，要求在執行檢整作業時應適時修正作業程序及管理措施，同時建立工安及輻防措施檢核表，以利作業查核。
5. 督促台電公司落實「工安與輻安管制計畫」所承諾之工安、輻安作業，確保人員與作業安全。
6. 要求作業期間切實執行人員劑量管制，並於檢整作業執行半年

後，於輻射防護委員會議中提出檢討，爾後每季均須檢討，並留存紀錄備查。

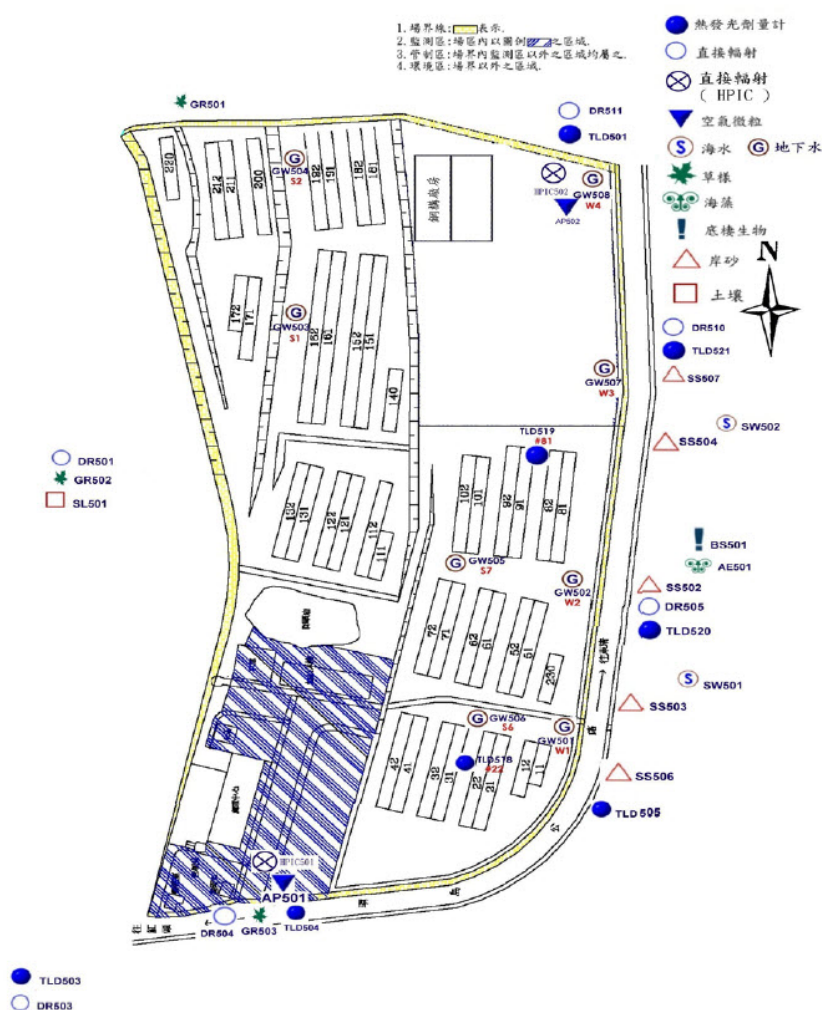
(二) 壕溝區集水池水量統計與處理

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 100 年 1 月至 12 月累計產生冷凝水約 119.92 立方公尺，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，已全數回收於輻防衣清洗使用，自 96 年檢整作業開始，截至 100 年 12 月底止累計回收使用之冷凝水達 574.57 立方公尺，相關作業均留存紀錄備查。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 100 年度無廢水排放情形。累計至 100 年底止處理後之濃縮液共 12.30 立方公尺，已作為廢棄物桶重新固化時與固化劑拌合之用。

經審閱蘭嶼貯存場集水池 A、B 池每日水位紀錄表、貯水槽及圓形集水池之貯水量統計月報表看出，顯示 100 年全年貯存溝滲入水量累計約為 47.07 立方公尺，已較 99 年的 73.36 立方公尺為低，並比 85 年至 99 年平均值 60.82 立方公尺亦低。顯示貯存場防漏工作已有成效。台電公司仍將持續加強貯存溝防漏密封作業，並已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。

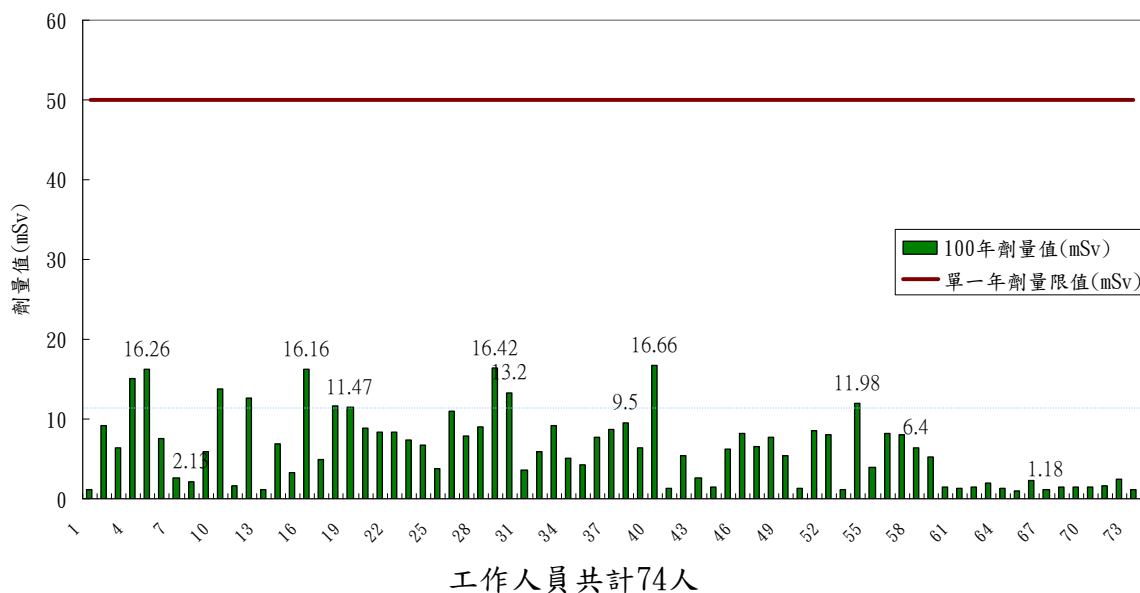
(三) 場區地下水位量測及水樣核種分析

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 8 座地下水監測井之水位資料如圖二。



(四) 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、劑量徽章、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。審閱貯存場 100 年 1 月至 12 月檢整作業期間現場作業人員集體劑量，全年累計為 1055.61 人-毫西弗。100 年因增加作業時間及執行第四類廢棄物桶破碎固化作業，因此本年度人員集體劑量較前一年為高，又 100 年度作業人員中個人年累積劑量最高者為 16.66 毫西弗，均未超過輻防法規管制限值 50 毫西弗，輻防作業符合法規規定。100 年現場工作人員之劑量統計圖如圖一。



圖一 100年度蘭嶼工作人員劑量統計

(五) 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，每年環境試樣總計共分析五百餘件，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）。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。

台電公司委託中央研究院學者在 100 年期間於蘭嶼貯存場南端潮間帶附近採取之「底泥」樣品，偵測到微量銫 137 及鈷 60。原能會評估對於在潮間帶捕魚之民眾，確認該沉積放射性物質可能造成之年劑量為 0.00129 毫西弗，僅為游離輻射防護安全標準 1 毫西弗的千分之 1.3，不會影響民眾之健康安全。

雖然微量放射性物質符合安全規定，但原能會仍非常重視，要求台電公司應儘速執行蘭嶼地區特別環測作業，並公開偵測結果，讓民眾瞭解環境輻射現況。台電公司依要求於 101 年 2 月 6-7 日執行蘭嶼地區六個部落的環境取樣工作，試樣種類包括飲水樣、葉菜及根莖類、土樣等。所有試樣除由台電公司所屬放射試驗室計測外，並由原能會輻射偵測中心進行平行計測分析，此特別環測結果已於 101 年 2 月 17 日完成。根據原能會輻射偵測中

心及台電公司放射試驗室分別計測的結果，顯示水樣與芋頭樣品均低於儀器最低可測值，土樣中之銫 137 與歷年環境偵測結果相當，與台灣本島其他地區所測結果亦無顯著差異，均在環境背景的變動範圍內，相關檢測結果均公告於原能會網站中。

二、營運作業檢查管制

100 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、入滲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，另依規定開立「注意改進事項」與「違規事項」要求台電公司改善，以確保貯存場作業安全。本局 100 年檢查蘭嶼貯存場放射性廢棄物營運發現之缺失情形摘述如下：

1. 檢整重裝作業計畫中針對破損較為嚴重之廢棄物桶，需進行破碎固化作業，且須製作試體進行測試，測試結果須符合固化體品質標準之相關要求，以確保固化體之品質。

而依據蘭嶼貯存場之「固化流程控制計畫」第五章「固化體品質標準及其測試結果」，第四類廢棄物桶之固化作業樣品養護完成後，待 28 天後將樣品再進行固化體測試之品質驗證工作。但經檢查發現，自 99 年 12 月執行第四類廢棄物檢整作業後，樣品之固化體品質卻未依據計劃執行，經本局提出注意改進事項要求後，台電公司已將該類試體陸續送清華大學

執行測試完畢。

2. 蘭嶼貯存場依據原能會核准之輻射防護計畫，每週均會派員至壕溝區域內執行管制區之輻射偵測作業；依據該場每週「場區輻射強度/表面污染偵測管制分部紀錄表」，發現3月份執行場區輻射強度及污染偵檢時，場方發現有偵測異常，但未依除污程序進行去污工作及追查來源。經本局開立注意改進事項後，場方已加強偵檢及執行改進措施，本案亦確認後結案。
3. 因場方欲將清洗機具之水回收再利用作為廢棄物固化時使用，即對該系統洗俾清水儲槽給水源改善增設管路，但已涉及設計變更，場方僅以設備請修單進行施工，未依據貯存場設計修改之相關程序書進行評估審核，經本局要求場方至本局專案報告後，蘭嶼貯存場已依據相關規定，辦理設計審查，並辦理核能品質保證再訓練。另施工之材料及施工檢驗均依相關規定嚴格審查，經本局確認已改善後結案。
4. 本局於100年度定期檢查發現，蘭嶼貯存場柴油發電機於2月及4月皆有檢查紀錄，其間因故障曾送本島修理，但經查閱請修單紀錄發現，並未依據「蘭嶼貯存場取出單元作業程序書」填寫請修單，經本局開立注意改進事項後，場方依程序要求改善後結案。
5. 於檢整重裝作業後廢棄物桶均需要進行停留查證工作，以確保其品質能符合相關要求。但經檢查發現，部分低放射性廢棄物完成檢整重裝作業之廢棄物桶(櫃)，其停留查證點未確

實依規定執行抽驗，經本局要求台電公司改進，確認其改善後結案。

6. 固化作業後之廢棄物桶須依相關規定執行檢查，以確保其品質要求。本局針對固化重裝作業後，執行暫存於鋼構廠房之水泥固化桶檢查，發現場方於鋼構廠房內進行開蓋檢查。依據程序書規定該廠房並非為開蓋檢查之場所，本局認定在此開蓋檢查雖無安全顧慮，但不符合程序書要求，經要求台電公司應依照程序執行作業，台電公司亦立即改善。
7. 例行檢查鋼構廠房內自產廢棄物之暫存情形，發現有各類可燃廢棄物未妥善貯放，例如高效率過濾器所汰換之受污染濾材等，未全數貯放於金屬隔離容器內，為避免發生工安問題，要求台電公司改善以確保工業安全及輻防管制需求。經改善確認後已結案。

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 100 年 11 月底已完成所有廢棄物檢整重裝作業，並已全數回貯於壕溝內，目前營運狀態為靜態貯存。為確保作業安全，本局將持續推動下列各項管制工作：

1. 為確保廢棄物桶長期貯存安全，要求台電公司對於平日例行檢查所發現之缺陷，應切實依各項作業程序書進行修繕維護，並應加強例行巡視蓋板與貯存溝及溝壁伸縮縫處的水密

- 性。
2. 要求貯存場各項作業之自主管理，並落實各項自主檢查、作業管制及品質保證。
 3. 對於貯存壕溝區內排雨水溝渠，要求台電公司應加強排水口之過濾裝置之濾材更換，確保貯存場週邊之環境輻射安全無虞。
 4. 各項復原作業應落實執行，各類處理系統之設備機具也應依據程序書進行例行保養，以確保功能正常之狀態。
 5. 對於當地機關團體環境輻射平行監測之要求，本局亦協調台電公司在不妨礙工作進度情形下積極配合，如此才可使當地民眾瞭解貯存場之輻射空間劑量，增進民眾溝通了解機會。

伍、結論

蘭嶼貯存場至 100 年底已完成全面性展開檢整重裝作業，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。

經由各項紀錄與環境監測結果，可確認四年全面檢整重裝，所有廢棄物桶全面整理完成並安全回貯、作業人員工作劑量並未超過法規限值、全身計測結果均未有體內污染且環境監測數據並無明顯差異，顯示蘭嶼貯存場對民眾健康與環境安全未造成影響。

回顧本年度作業，蘭嶼貯存場廢棄物桶檢整重裝作業，雖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，仍有作業上之瑕疵，共計開立 6 項注意改進事項與 1 項五級違規。

在蘭嶼貯存場廢棄物未遷離之前，原能會仍繼續嚴格管制蘭嶼貯存場作業，監測蘭嶼地區之環境輻射，並辦理民間訪查與平行監測，確保蘭嶼當地的環境輻射品質，儘量做到讓民眾放心。