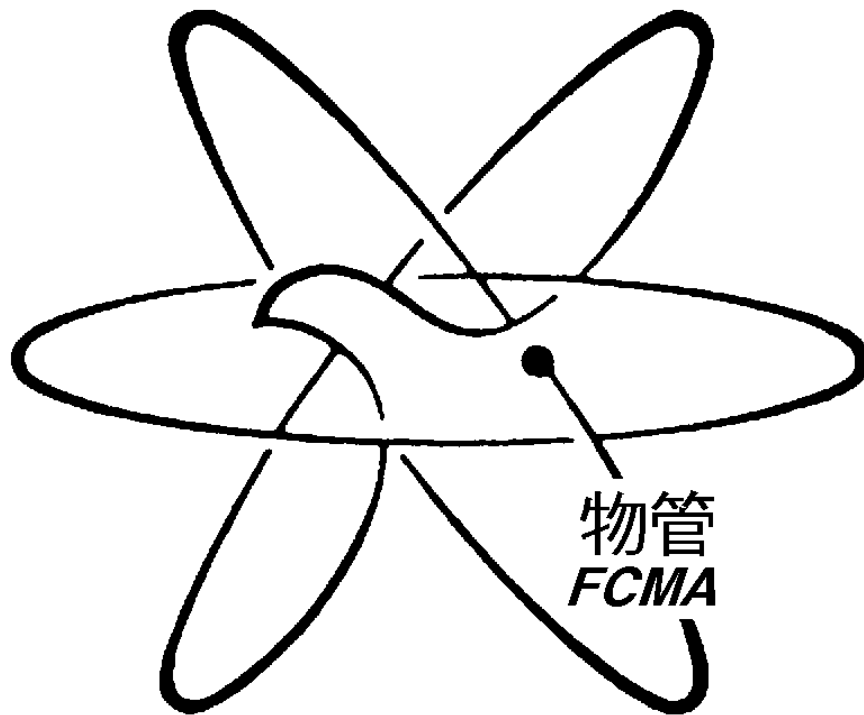


九十六年台電公司核能二廠 放射性廢棄物營運管制報告



行政院原子能委員會放射性物料管理局

民國 97 年 6 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	12
伍、結論	13

96年台電公司核能二廠放射性廢棄物營運管制報告

壹、前言

行政院原子能委員會放射性物料管理局（以下簡稱本局）為督促核二廠放射性廢棄物之處理及貯存設施正常運轉，增進作業安全，除平時派員至核二廠進行例行檢查外，每年亦針對其廢棄物整體營運與管理，執行定期檢查。希望藉由例行檢查早期發現作業之缺失，要求改善；並在定期檢查期間，瞭解各處理系統長期連續運轉之狀況、維護及保養情形、減廢執行成效、倉貯及品保紀錄等，以增進核二廠之廢棄物營運績效，並防範可能之意外事件發生。

貳、管制作業

台電公司核二廠為處理貯存其所產生之低放射性廢棄物，設有廢液處理系統、固化處理系統及其廢棄物貯存倉庫。為確保上述系統及貯存倉庫運轉安全，防範意外事件之發生，本局管制作業方式除依放射性物料管理法第二十條之規定，要求核二廠每月提報營運月報表加以審查外，並依規劃執行廢棄物營運例行檢查與定期檢查，另視需要執行不定期專案檢查及各申請案審查工作。96年度本局執行核二廠營運管制作業之重點如下：

1. 巡視廢棄物相關處理系統、廠房、貯存庫等，瞭解與掌握各設施內廢棄物之營運現況。
2. 檢查廢液相關處理系統之操作情形、廢液飼入量、水質分析及洩水管制等，掌握其相關設備之營運動態。
3. 檢查各設施內重要廢棄物處理系統之組件設備與管、閥等維修與拆換是否依程序書進行作業。
4. 檢查廠內各廠房設施廢棄物運送及貯存吊運作業。
5. 查證廢棄物處理主要設備運轉作業是否符合運轉程序書要求。
6. 廢棄物營運設施之異常事件回報、調查、處理與追蹤。

7. 嚴密審查核二廠放射性廢棄物營運各項申請案。
8. 放射性廢棄物管制及工業安全管理(工安、消防、保安及人員訓練)。

參、管制績效

96年核二廠放射性廢棄物營運管制、檢查作業及申請案審查之執行結果如下：

一、設施營運管制

核二廠96年放射性廢液全年平均飼入量為42,825加侖/日(GPD)，遠低於安全分析報告之設計值76,520 GPD，全年平均回收率為96.78%，符合安全分析報告90%以上之規定；產生固化桶62桶、脫水樹脂598桶、可燃廢棄物736桶、可壓廢棄物256桶、其他廢棄物203桶(廢油50桶、保溫材149桶、爐心偵測元件4桶)，共計1855桶，較去年(95)總產量1366桶有增加趨勢，主要原因為核二廠一、二號機組96年各執行一次大修，致非固化桶(脫水樹脂、可燃廢棄物、可壓廢棄物及其他廢棄物)桶數增加，但其固化桶數62桶較去年107桶為低，可見濕性廢棄物高減容固化系統的啟用，對核二廠固化廢棄物營運減量績效貢獻卓著。

二、執行檢查發現

96年本局共執行三次例行檢查及一次定期檢查，重要發現如下：

(一)乾性廢棄物管理

1. 乾性廢棄物分類收集皆符合程序，惟可燃廢棄物偶有金屬摻入，造成後續破碎處理之負擔，本局要求電廠購置金屬偵測器於源頭收集時即作偵檢，避免金屬摻入可燃廢棄物中。核二廠承諾將購置金屬偵測器，於可燃廢棄物檢整過程中進行偵測。
2. 據查核二廠二號機EOC-18 機組大修作業，所產生之可燃廢棄物占乾性廢棄物產量之70%，要求核二廠於大修期間加強控管，以降低

該類廢棄物產量。核二廠說明由於該廠除污機制完善，故可壓廢棄物經除污後抑減成效良好，致使可燃廢棄物產量之比重相對增加；二號機組EOC-18大修可燃廢棄物產量增加的原因，主要係更換高效率過濾器(HEPA)產生大量之活性碳(3,998公斤)所致，如不計算活性碳之增加量，則仍有抑減14.28%的產量。核二廠承諾將持續推動各項減廢措施，以確保抑低該類廢棄物產量。

3. 廢射源管理得當，料帳清楚，要求核二廠依程序書規定，在累積一定數量後，予以固封貯存，以減少失竊風險及清點之困擾。核二廠承諾將俟累存容量達屏蔽廢棄物桶容積即予固封處理。
4. 一號廢棄物貯存庫消防管路誤動作事件，經查該事件與偵測器設定點（38℃）及濾網阻塞有關，要求核二廠檢討設定點溫度之合適性，並清查其它倉貯區是否有類似情況一併改善。此外，要求濾網阻塞則應加強其維護機制。核二廠承諾將檢討一號廢棄物貯存庫出現火警信號時之處理應變機制，另本次消防水誤動作主要原因係現場環境溫升率超過10℃/min 達到動作設定點，加上離子式偵煙探測器內濾網阻塞誤判為煙霧，致兩迴路信號同時引動噴灑消防水，核二廠已改善為無濾網之補償式熱探測器，溫度達58℃且溫昇率達10℃/min 才動作，此溫度電廠將請該廠改善組評估確認是否合宜，而二/三號廢棄物貯存庫僅一樓檢整區設置有密閉濕式(係二次側管路充滿高壓水，待灑水頭溫度超過65℃～71℃時，臘封融化達成自動噴灑功能)消防灑水系統，與原一號廢棄物貯存庫離子式偵測器設計不同。二/三號廢棄物貯存庫週六、日或平日一、三值期間，庫內各有一名值班員駐點巡視，若發生消防水誤噴灑狀況時，值班員可即時關斷水源，避免消防水持續進入集水池發生溢流的情況。
5. 有關清潔廢金屬外釋作業，建議電廠規劃時，可考量於廠內再利用（目前仍有447塊鑄錠），以減少乾性廢棄物之產量。核二廠承

諾對於該廠送核研所處理後所產生之熔融鑄錠，皆儘可能地回收再利用，如高減容固化系統及三號廢棄物貯存庫屏蔽牆等，均將持續推動。

6. 建議核二廠清查所有劣化桶之固化時間，以了解其不良固化體形成之原因，進一步尋求解決之道。核二廠已針對固化廢棄物桶劣化的肇因與機制，從歷年劣化桶類別、數量及水泥形式間的關係進行定性分析，以及委託核研所進行定量研究分析，得知主要因為廢棄物之硫酸鈉與水泥中之鋁酸三鈣混合形成鈣礬石所致，目前該類劣化桶，電廠均集中貯存管理並定期檢查，如發現有再劣化狀況時，立刻進行檢整處理。
7. 目前倉庫存有脫水樹脂4825 桶，保溫材4859 桶，建議電廠儘早規劃安定及減容措施，以增進貯存安全及減少其佔用之貯存容量。核二廠承諾將依『低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則』第四及第五條規定辦理，因保溫材屬A 類廢棄物，現行處理方式應符合最終處置場接收之規定，電廠擬維持現況貯存。而有關粒狀廢樹脂之安定及減容措施，電廠將待台電總公司有明確的指示後再執行。

(二)水泥固化與高減容固化系統

1. 濕性廢棄物高減容固化系統運轉一年餘，經運轉人員依運轉經驗適當調整固化流程及參數，使固化試體抗壓強度由 $20\text{kg}/\text{cm}^2$ 上升至近 $50\text{kg}/\text{cm}^2$ ，減量成效及固化品質均良好，而核研所協助核二廠改善固化劑進料器堵塞問題，整體執行成效良好，有效抑減工作人員作業及維護的集體劑量。
2. 目前水泥固化系統及其設備廠方均依程序書110「廢料處理系統大修作業管制」規定，執行定期及系統未運轉達92 天以上之測試，且均留下紀錄，無發現異常，另高減容固化處理系統正式運轉至今已有一年餘，已提醒廠方依程序書之規定，就其相關設備規劃定期

維護及檢驗等工作，俾確保該系統營運安全。核二廠承諾將依循往例，於一號機大修結束後，將廢棄物處理系統之大修維護計畫(含高減容固化系統)提報本局備查。

3. 經查高減容固化系統現場之桶槽編號OT-269，內裝容量為4,000公升之乙二醇冷凍劑，其底座下方未設置堰牆防護裝置，若因意外造成洩漏或溢流，恐流入地面洩水系統及廢液處理系統，而影響固化產物之品質，故要求電廠於該桶槽區增設堰牆。核二廠承諾將進行改善，在堰牆設置完成前，廠方將要求系統運轉員每日應進行巡視檢查，如發現洩漏，立刻依核二廠程序書386.1之10.7節「乙二醇異常洩漏」程序處理之。

(三)廢液處理系統

1. 查閱廢控室工作日誌及運轉紀錄表，值班人員均能依規定詳實填報，其中廢液年平均飼入量38,154加侖/日，回收率98.67%，過濾系統之樹脂預敷次數103次，均能符合安全分析報告之要求，而該系統各項操作程序及紀錄值亦符合運轉程序書規定，抽閱值班巡視紀錄表，無發現異常情形。
2. 關於機組歷次大修之洩水洩水管制作業，廠方均能事前擬定計畫，並由洩水小組配合檢控組執行相關洩水作業，其營運管理績效良好，並無異常排放及重大溢流狀況。為配合原能會大修整體視察作業及確保大修期間廢棄物與洩水管制作業均能確實執行，要求廠方爾後於大修前，將相關之執行規劃送本局備查，核二廠承諾爾後於大修前將提出廢棄物減廢與洩水管制作業規劃送本局備查。
3. 廠方已在可移動廢液處理系統後方增設一組試驗性質之紫外線照射設備，以及在雜項廢液處理系統增設一套廢液收集槽，對該二項系統之運轉功能與安全有極大助益，廠方將於廢液處理系統設置該設備，已要求電廠於設備修改案成立後，將相關文件資料送本局備查，核二廠承諾將遵照辦理。

4. 依據核安處駐廠安全小組於96年8月31日所執行編號：E-96-03專案評鑑報告，發現雜項廢液處理系統有一雙層管洩漏偵測儀器有3個迴路(LOOP)，其中一個迴路目前仍故障未修復，為確保廢液輸送監視管路功能可靠性，已要求電廠儘速修復並維持該迴路之正常功能。核二廠承諾將於每週定期檢測三組強化塑膠(FRP) 雙層管，每組至少有一檢測點以目視來檢測廢液是否洩漏，並留下紀錄，且積極聯絡原設計及施工單位，待廠家與廠方召開系統討論會後，視討論結果再決定是否採全面開挖方式更換纜線，如無法更換纜線則將另開設備修改案，改以其他偵測方式來取代。

(四)廠務管理

1. 經巡視廠房發現三樓廢料廠房除污間急救沖洗器地面放置雜物，眼部沖洗器出水有銹垢，塑膠袋貯存箱放置一只塑膠袋外包裝袋，請電廠改善。核二廠已將地面雜物清除，且未來電廠將仿照消防設施周圍不得放置雜物之規定，並每週定期操作沖淋器，以避免累積銹垢。
2. 一號廢棄物貯存庫100KVA 變壓間(內有消防水開關)鐵門外走道堆置雜物，影響出入。核二廠已立即改善完畢，並將設置告示牌以避免意外發生。
3. 二號廢棄物貯存庫控制室空調箱有異音產生，據現場工作人員告知，大約於二年前請電廠工安組測量該異音音量超過70 分貝，明顯影響該區之工作品質，請電廠改善。核二廠承諾編列預算汰換該空調設備，設備汰換前，電廠將會持續定期維護該項設備，使其噪音減至最低，該項設備已於97年更新完成。
4. 廢棄物貯運用曳引車車號Q3-052，於96年2月15～27日期間外借核一廠使用，惟「核二廠廢料處理組曳引車／大貨車／安全檢查紀錄表」於上述期間內，檢查項目仍勾選正常與實況不符。經電廠廢料組人員說明，該期間車輛檢查作業實際是由核一廠駕駛人員執行及

勾選，但並未於該表駕駛處簽名，建議電廠爾後如有相同情事發生時，請實際執行檢查工作者簽名。核二廠承諾爾後再有車輛外借情況，電廠將會要求借用單位逐一清查於查核表簽收後再予借出，使用期間依規定檢查並由實際執行檢查工作者簽名。

(五)人員訓練及證照

1. 核二廠放射性廢棄物處理設施運轉人員，均領有原子能委員會所核發之相關運轉人員合格證明，且均在有效期限內，符合法規要求。
2. 放射性廢棄物處理設施運轉人員訓練（包括設施系統及操作程序訓練，輻射安全訓練）查核結果均符合法規要求。

三、機組大修廢棄物營運檢查

本局於 96 年 5 月 9～11 日及 96 年 10 月 3～5 日期間，配合核二廠二號機 EOC-18 及一號機 EOC-19 大修執行廢棄物營運作業檢查，檢查重點包括機組大修期間廢棄物減量措施、查證系統洩水/洩油、化學物品攜入廠房之管制，以及查證核安處進行廢棄物營運核安品保稽查結果，俾確保機組大修期間廢棄物相關系統之正常運轉，提升廢棄物整體營運績效及品質。

(一)管制措施

1. 乾性廢棄物管制

為降低乾性廢棄物產量，要求核二廠在機組大修期間，加強乾性廢棄物分類與管理，核二廠已採行下列措施：

- (1)修訂計畫：核二廠依據以往大修經驗回饋，修訂大修乾性廢棄物減量計畫，以利落實執行。
- (2)加強宣導：核二廠廢處組利用組務、擴大廠務及大修前 ALARA 會議，對同仁及包商宣導廢棄物減量作法及規定。
- (3)巡視糾正：核二廠廢處組人員提高廠房巡視頻率，另每週至少一次共同組隊巡視，發現問題立即追查、糾正。
- (4)專人執行：大修期間於汽機廠房派專人執行廢棄物分類，分離出清潔廢棄物，並設置簡易除污區進行除污工作。

- (5)全力除污：對適合除污之廢金屬儘可能挑選出，並進行除污工作。
- (6)明訂罰則：於包商合約中，訂定更明確之違反廢棄物減量規定的罰款辦法。

2. 系統洩水/洩油管制

為減少廢液飼入量及維護回收水質，要求核二廠在機組大修期間，加強系統洩水/洩油之管制，核二廠已採行下列措施：

- (1)大修前擬定洩水/洩油管制計畫，並規劃各工作職掌、組成、處理流程及罰則等。
- (2)成立洩水管制小組，主要工作為大修期間執行各項檢修工作之洩水、洩油、化學品與有機物品管制、積水/積油處理及巡視是否有不當或未經許可之洩水情形，現場查證洩水途徑分類是否適當，洩水孔是否暢通等。
- (3)廢控室值勤人員在大修期間，隨時掌握全廠各集水池狀況，並與主控室密切協調，將所有收集槽廢水處理至低水位，以免影響大修洩水作業。

3. 化學物品攜入廠房管制

為避免廢液受到不必要化學物品污染，造成廢液處理困難，要求核二廠在機組大修期間，加強化學物品攜入廠房管制，核二廠已採行下列措施：

- (1)在大修前於各相關會議中，向員工及包商宣導化學品使用須知，培養良好工作習慣，減少不當攜入或任意使用之情形。
- (2)明訂罰則，對未依規定違規使用之員工或包商，依工安罰則處予罰款，以確實有效控管化學物品之攜入。

4. 廢棄物營運核安品保稽查

為落實大修期間廢棄物營運作業安全及品質，要求台電核安處加強廢棄物營運核安品保稽查。核安處已於事前將廢棄物管制作業納入台電總處稽查計畫內，其規劃項目計有大修洩水/洩油管制、化學品管制查核、液體排放管制、通風系統效率測試、

乾性廢棄物檢整作業查核及原能會關切事項等，將依其需要執行重點品保稽查。

(二)檢查發現及結果

核二廠二號機 EOC-18 及一號機 EOC-19 大修作業期間，現場產生之放射性乾性廢棄物，其收集、分類及抑減，均依程序書及相關規劃執行作業，有效控管乾性廢棄物之產生，對於乾性廢棄物接收及分類均納入電腦化管理，並以總量管制方法，來進行每日產量趨勢控管。另廠方自行開發乾性廢棄物資料庫管理系統，能即時掌握大修期間乾性廢棄物產量，而現場配合實施多項行政管制措施及走動管理，確實能有效抑減乾性廢棄物產量，現場無發現重大異常及違規情形，產量與歷次大修比較亦呈遞減趨勢，足見廠方廢棄物營運人員的努力及管理績效良好。

在系統洩水/洩油管制及化學品攜入廠房管制方面，均依照相關規定執行管制，各主要系統之洩水工作亦依事先規劃據以執行，對於兩次大修期間廢液回收之總有機碳(TOC)平均值均能抑低於管制值 400ppb 以內，而各排放槽之廢液排放活度總和亦控制在歷年平均範圍內，管制績效值得肯定。另核安處執行之廢棄物營運核安品保稽查，針對廢棄物營運相關作業及本局關切之管制要求執行核安重點查核，查核結果均符合品保要求。

核二廠機組大修作業，在廠方事先嚴密規劃及嚴格控管下，已確實做好乾性廢棄物管理及抑減、系統洩水/洩油管制、化學有機物質攜入廠房之控管等相關工作，再配合核安處積極努力執行核安品保稽查，已使本年大修期間廢棄物營運管理之整體品質及績效均能控制在良好範圍內，符合本局對核能電廠機組大修期間放射性廢棄物營運管制之要求。

四、夜間不預警視察

本局於 96 年 12 月 7 日清晨配合原能會執行夜間不預警視察，其目的為惕勵電廠值班人員能確實掌握機組狀況，以確保核能運轉安全。本

局主要執行廢料廠房控制室之值勤作業檢查，重點為廢料廠房控制室值班人員之執勤精神狀況、運轉記錄之正確性、盤面警報處理及廢棄物處理系統運轉狀況之掌握。檢查結果如下：

- (一)檢查廢控值班人員執勤狀況，當值(一值 A 班)三位人員(值班助理、廢料領班及抄表員)均於服勤崗位，其精神狀況良好，意識清楚，無打瞌睡情形。
- (二)檢視廢控室盤面及儀表開關部份，均處正常狀態，無請修維護掛卡情形，各廢液桶槽之液位亦指示於低水位位置，無高水位警示狀況。
- (三)抽閱廢控室值班日誌及交接班核對表，其紀錄均詳實，廢液排放單(編號 643、644)之排放紀錄，亦符合規定，盤面鑰匙管制及使用登記均與排放單記載時間一致。
- (四)查證廢料廠房值班現場抄表紀錄，由廢控領班及抄表員陪同執行廢料值班第二次抄表作業，核對各項紀錄是否與現場一致，另再與第一次抄表紀錄核校，其數據相符無異常，抄表作業熟練詳實。

本次配合原能會核管處執行核電廠夜間不預警廢控室值班視察，執行結果無發現異常，值班人員均能依規定確實掌握系統運轉狀況，且值勤人員精神狀況良好，意識清楚，對於廢控盤面警示、儀表及開關等之監控亦能符合相關規定，對於值班日誌、交接班核對紀錄表、巡視抄表與排放單等紀錄均詳實填寫無異常。

五、運轉人員合格證明書新申請及換發審查

台電公司核二廠放射性廢棄物處理系統運轉人員及其承包商和擎實業公司依據「放射性廢棄物處理設施運轉人員合格證明書核發作業要點」規定，分別於96年1月15日、4月30日、9月28日、12月12日函送本局申請廢液處理設施、雜項廢液處理設施、水泥固化處理系統及濕性高減容固化處理系統運轉人員合格證明書之新申

請與換發作業。本局依核發作業要點之規定進行審查，包括相關新申請及換發文件、人員資格、訓練課程及時數等，經審查結果除廢液處理系統運轉人員乙名因訓練科目與核發作業要點規定不符予以退件外，其餘均符合規定，同意發予合格證明書，共計核發台電公司人員新申請10張、換發申請46張及承包商和擎實業公司換發申請3張。

肆、未來管制重點

- 一、放射性廢液處理系統方面，將加強該廠之洩水與各集水池進水之管制，以及廢水處理之效能，對於系統定期維護、校驗及品管等作業亦加強檢查。
- 二、乾性廢棄物管制方面，除督促廠方積極執行減廢相關措施外，並將加強檢查廢棄物之分類及相關管理作業。
- 三、倉貯方面，本局將督促廠方適當規劃各類放射性廢棄物之倉貯管理，並對現有積存廢棄物安定化處理提出合理規劃，以增進貯存安全。
- 四、本局將審慎審查核二廠提出之一定活度及比活度以下廢金屬外釋申請案，並加強其外釋作業之檢查。
- 五、執行核二廠二號機組 EOC-19 大修之廢棄物營運作業檢查，重點包括乾性廢棄物分類抑減管控、系統洩水/洩油及化學物品管制，以及廢棄物營運之核安品保作業。

伍、結論

96 年核二廠放射性廢棄物營運管理，在廠方積極努力及本局管制要求之下，使得放射性廢液每日平均飼入量，遠低於安全分析報告之設計值，處理後之回收率高達 96.7% 亦符合規定。固化廢棄物之年產量從 95 年之 107 桶降至 96 年之 62 桶，較往年抑減甚多，而粒狀廢樹

脂及乾性廢棄物年產量因機組進行二次大修，致產量有增加趨勢，但仍能控制於合理範圍內，顯現廠方減量管控績效良好。由於核二廠管理部門對各項廢棄物營運作業之有效規劃及技術精進，已逐步完成溼性高減容固化處理系之運轉、三號自動化搬運貯存倉庫之啟用及廢液處理系統 TOC 抑減技術改善等，使核二廠之減量成效、系統設備運轉與貯運安全品質，均有明顯提昇與助益。