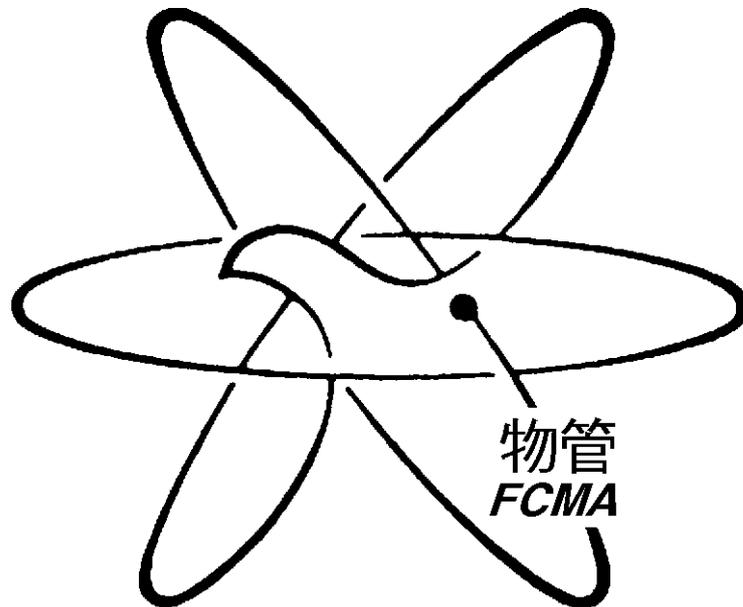


報告編號：FCMA-100-06-01

99 年台灣電力公司核能後端營運處減容中心

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

100 年 4 月

目 錄

壹、前言	2
貳、管制作業	3
參、管制績效	4
一、營運現況	4
二、案件審查與人員資格	7
三、檢查發現與管制措施	9
肆、未來管制重點	14
伍、結語	15

99 年度減容中心營運管制報告

壹、前言

台灣電力股份有限公司核能後端營運處減容中心(以下簡稱核後端處減容中心)主要係從事放射性廢棄物處理作業，將核能電廠產生的可燃、可壓低放射性廢棄物進行焚化或壓縮處理，以減少廢棄物的體積。98 年減容中心持續進行焚化爐改善工程，陸續完成可燃廢棄物自動進料與廢油進料系統、焚化爐本體、爐灰傳送收集系統、驟冷器、誘引排風機及儀控系統等設備之安裝與單元測試並完成試運轉作業，於 98 年 10 月 29 日提出焚化爐恢復運轉申請，經過行政院原子能委員會放射性物料管理局(以下簡稱物管局)審核，於 99 年 3 月 9 日准予恢復運轉，並要求於正式運轉 6 個月後，比較正式運轉數據與原預估運轉條件及試運轉數據之差異，提出檢討報告報物管局核備。

台電公司核後端處於獲得減容中心焚化爐准予恢復運轉後，進行運轉人力發包及啟爐準備工作，於 4 月 30 日進行換爐後第一次點火啟爐昇溫，至當日 17:02 燃燒室溫度達到進料溫度，投入可燃放射性廢棄物進行焚化。

99 年度減容中心焚化爐共焚化處理低放射性可燃廢棄物 132,313 公斤，產生灰渣共 11,308 公斤(106 桶)。壓縮機共壓縮處理可壓廢棄物 408 桶，產生套桶 124 桶，作業期間均依作業程序書規定執行，無異常情形或輻射外洩發生。

物管局為確認減容中心放射性廢棄物處理設施之作業安全，每年均對減容中心焚化爐、超高壓壓縮機等處理系統，進行定期或不定期之安全檢查，以防範意外事件之發生。99 年度管制重點如下：(1) 焚化爐系統設備改善後之恢復運轉審查與核准。(2) 焚化爐系統運轉作業。(3) 超高壓縮系統運轉作業。(4)

輻射防護作業與人員訓練。

貳、管制作業

為確認減容中心低放射性廢棄物處理設施作業安全，物管局對焚化爐系統改善工程及焚化處理作業、超高壓壓縮機系統處理作業，除要求減容中心須依據「放射性物料管理法」、「游離輻射防護法」，以及工安、環保相關法規規定執行，並提送有關運轉報告外，物管局亦派員執行現場作業檢查，以確認焚化爐系統改善工程品質、焚化處理作業以及可壓廢棄物處理作業安全，可符合法規要求，物管局之管制作業說明如下：

一、審查運轉報告

- (一) 依據放射性物料管理法第 20 條暨施行細則第 30 條之規定，每月月底前核後端處應將前一個月減容中心處理設施之運轉月報表提報主管機關，內容包括：低放射性可燃廢棄物接收量、焚化處理量、灰渣產生量、廢氣排放總活性、廢液產生量、焚化爐煙道氣體輻射排放連續監測數據；低放射性可壓廢棄物接收量、壓縮處理量及套桶產生量等紀錄，物管局審核後登載於原能會網頁，供民眾查閱，符合管制資訊公開之原則。
- (二) 依據放射性物料管理法第 20 條暨施行細則第 30 條之規定，每年 3 月底前核後端處應將前一年減容中心處理設施之運轉年報提報主管機關，物管局審核後登載於原能會網頁，供民眾查閱。
- (三) 減容中心為進行放射性廢棄物焚化爐系統設備改善、換裝工程，經物管局核准自 96 年 2 月起停止焚化爐運轉處理作業，以進行設備改善、換裝工程，該內容包含：可燃廢棄物與廢油進料系統、焚化爐本體及爐灰收集系統、驟冷器、誘引排風機、運轉之儀控系統整合，至 98

年 8 月底陸續完成焚化爐系統換裝工程，接著進行單元測試及模擬廢棄物焚化處理之測試運轉，完成試運轉後，核後端處於 98 年 10 月 29 日檢附焚化爐恢復運轉安全分析報告、焚化爐運轉技術規範、試運轉報告三份文件，提出焚化爐恢復運轉申請，經物管局文件審查暨現場履勘後，於 99 年 3 月 9 日准予減容中心焚化爐恢復運轉。

二、執行定期與不定期檢查

依據放射性物料管理法第 22 條之規定，放射性廢棄物處理、貯存設施建造或運轉期間，主管機關得隨時派員檢查，本年度物管局對減容中心共執行例行檢查 12 次、專案檢查 1 次及年度定期檢查 1 次，本年度檢查重點包括：焚化爐系統換裝案試運轉後恢復運轉申請之現場履勘、以及焚化爐正式運轉之焚化處理作業、超高壓縮機壓縮處理作業、場區輻射防護管制作業與人員訓練等項。

參、管制績效

為確認減容中心於處理可燃及可壓廢棄物之作業安全及廢氣排放能夠符合法規要求，99 年度物管局對減容中心執行的管制作業摘述如下：

一、營運現況

(一)可燃廢棄物處理作業：

台電公司核後端處於減容中心焚化爐獲准恢復運轉後，即進行運轉人力發包及啟爐準備工作，於 99 年 4 月 30 日對換裝後的焚化爐進行第一次點火啟爐昇溫，至當日 17 時 2 分，前、後燃燒室的溫度達到可進料溫度，開始投入可燃放射性廢棄物進行焚化處理。

99 年度減容中心焚化爐共處理低放射性可燃廢棄物

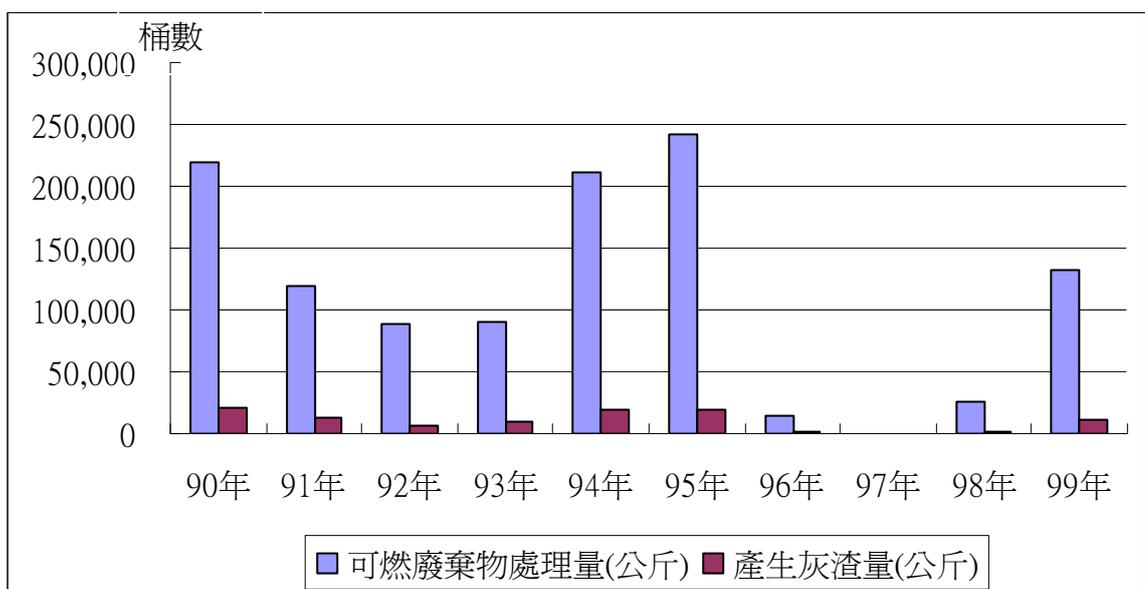
132,313 公斤，產生灰渣共 11,308 公斤（106 桶），減重比為 11.7，執行 6 次灼熱減量測定，符合程序書規定每 20 桶執行乙次之頻次，測定結果灼熱減量均符合要求，低於年度品質目標 12% 之要求。最近 10 年焚化爐處理相關數據統計如下圖。

90 至 99 年減容中心處理可燃性廢棄物統計表

年度	焚化量 (公斤)	灰渣量 (公斤)	廢液量 (公噸)	減重比	廢氣排放 (Bq)
90	219,208	21,006	2,258	10.44	9.73E+5
91	119,744	12,248	1,497	9.78	1.42E+6
92	88,143	6,913	950	12.75	4.3E+5
93	90,272	9,494	1,131	9.5	2.655E+3
94	210,686	19,253	2,663	10.94	1.15E+4
95	242,592	19,647	2911	12.35	2.23E+4
96	13,797	995	425	13.87	1.45E+3
97**	0	0	331	0	3.82E+2
98	26,383	1,100	653.8	24	1.11E+4
99	132,313	11,308	1505.3	11.7	5.939E+2

**停爐換修

可燃廢棄物焚化處理量與灰渣產生量比較圖



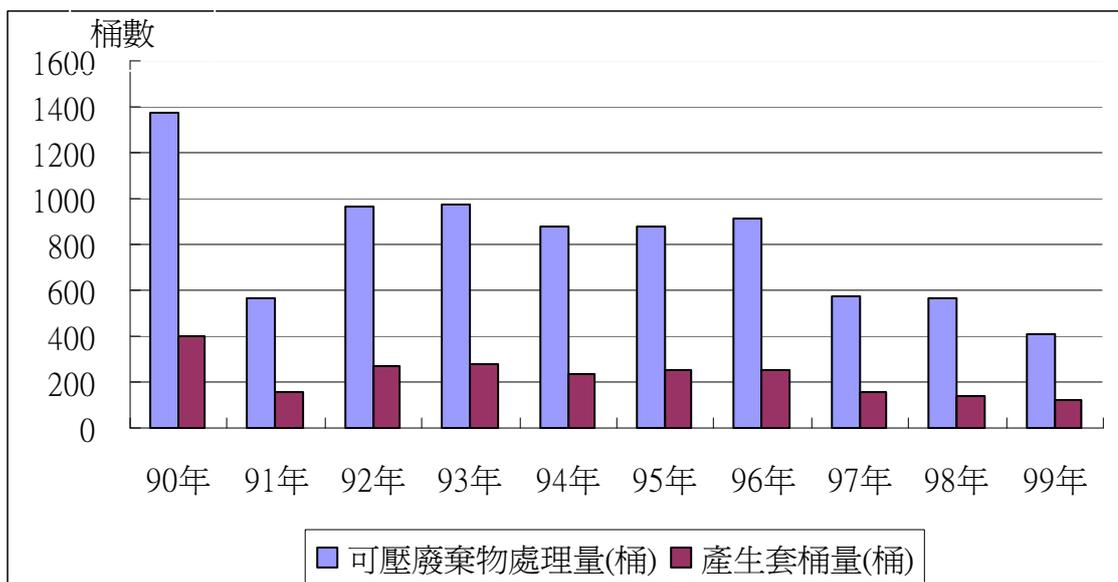
(二)可壓廢棄物處理作業：

99 年度減容中心僅處理核二廠所產生之可壓廢棄物，因廢棄物來源減少，所以處理數量亦較往年減少，減容比與歷年比較則差異不大。本年度處理可壓廢棄物 408 桶，產生套桶 124 桶，減容比為 3.29。最近 10 年壓縮機處理數據統計如下圖。

90 至 99 年減容中心處理可壓性廢棄物統計表

年度	壓縮處理桶數	產生套桶量	減容比
90	1376	399	3.44
91	562	159	3.53
92	964	273	3.53
93	974	274	3.55
94	876	235	3.73
95	875	254	3.45
96	909	253	3.59
97	574	155	3.7
98	568	142	4
99	408	124	3.29

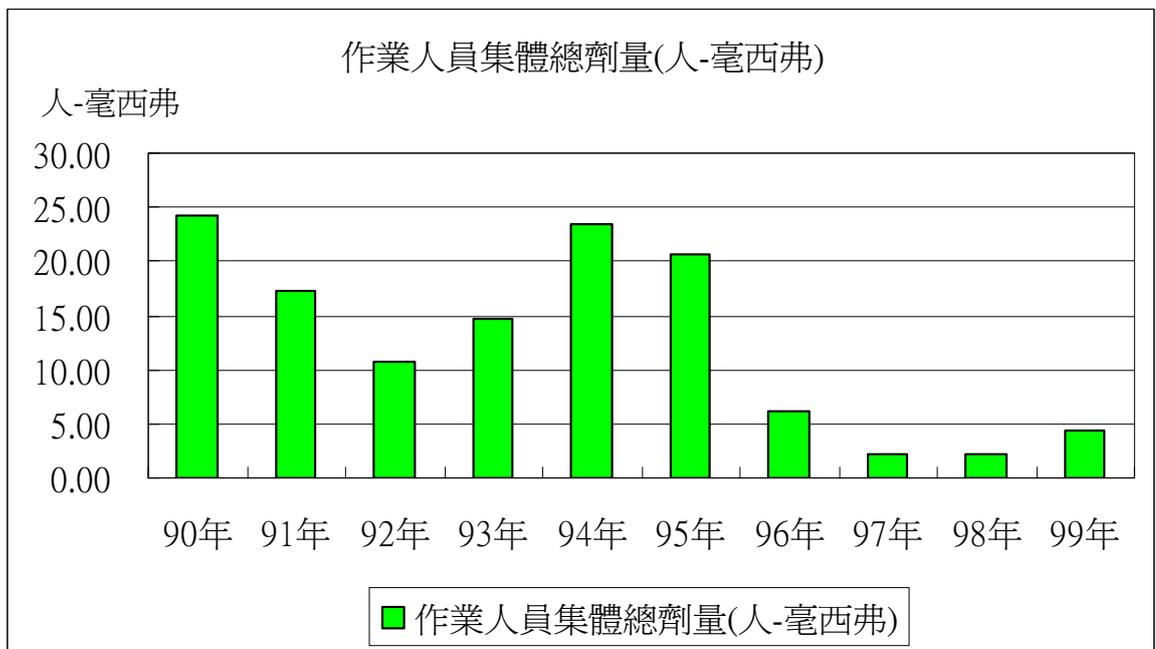
可壓廢棄物處理量與產生套桶數比較圖



(三)作業人員劑量管制

為避免輻射危害暨維護工作人員之安全與健康，以及合理抑低個人與集體劑量，要求減容中心執行廢棄物處理作業須符合游離輻射防護法之規定，並依據輻射防護作業程序書規定執行。參與作業人員之核能體檢、全身計測、輻防訓練、輻射工作許可證等，均須依規定完成並留存紀錄備查。

99年1月至12月，減容中心全年度作業人員總集體劑量合計為4.39人-毫西弗，最近10年作業人員總集體劑量統計如下圖。



二、案件審查與人員資格

依放射性物料管理法之規定，放射性廢棄物處理設施之運轉、設備變更以及運轉操作，非經主管機關核准不得為之。因此，依規定核後端處提出減容中心放射性廢棄物焚化爐恢復運轉申請案，其審查經過與結果說明如下：

(一)審查放射性廢棄物焚化爐恢復運轉申請案

核能後端營運處於96年2月26日提出減容中心焚化爐停

止運轉申請，經物管局審核同意備查後，自 96 年 10 月開始進行拆爐、換裝暨改善工程，於 98 年 8 月底完成改善工程並進行試運轉。核後端處依規定於 98 年 10 月 29 日檢附申請書、焚化爐恢復運轉安全分析報告、焚化爐技術運轉規範及焚化爐試運轉報告等，向物管局提出減容中心焚化爐恢復運轉申請。

物管局於受理申請案後，即成立審查小組進行審查作業，共提出審查意見 124 項，其中焚化爐恢復運轉安全分析報告 63 項、運轉技術規範 31 項、試運轉報告 30 項，於 98 年 11 月 25 日函送核後端處辦理。核後端處於 98 年 12 月 18 日函覆，就審查意見逐項提出答覆說明，經請委員再審查，全案於 1 月 25 日進行現場履勘，並要求核後端處現場答覆相關審查意見。

經過現場履勘及意見答覆說明後，於會議中作成 8 項決議函請核後端處辦理，要求核後端處回覆，待物管局審查核可後，於 3 月 9 日函復准予減容中心焚化爐恢復運轉。

(二) 審查修正版焚化爐運轉技術規範與檢討報告

減容中心焚化爐自 4 月 30 日起爐運轉 6 個月後，核後端處於 11 月 1 日檢附焚化爐運轉 6 個月之檢討報告、焚化爐運轉技術規範(修正版)及減容中心處理設施安全分析報告提報物管局，經物管局審查後於 11 月 10 日函復准予核備。

(三) 廢棄物處理設施運轉人員資格測驗

依據原能會 98 年 4 月 22 日發布之「放射性廢棄物處理設施運轉人員管理辦法」規定，物管局 99 年度分別於 6 月及 11 月各辦理 1 次處理設施運轉人員測驗，經審查報考人員資格。99 年度減容中心參加運轉人員測驗有 16 員(含外包人員)，測驗結果有 4 員取得高級運轉人員資格、5 員取得運轉員資格，其外包人員有 7 員取得運轉員資格。

三、檢查發現與管制措施

依據放射性物料管理法第 22 條之規定，放射性廢棄物處理、貯存設施於興建或運轉期間，主管機關得隨時派員檢查。為掌握減容中心處理設施營運安全，本年度物管局派員執行檢查項目包括：焚化爐恢復運轉現場履勘、可燃廢棄物前處理作業、焚化爐系統作業、爐灰傳送收集系統、驟冷器暨廢氣淨化系統、儀控系統及廢氣排放監測系統；以及可壓縮廢棄物接收及壓縮處理作業、輻射防護管制作業及廠務管理與人員訓練等項，檢查情形摘述如下：

(一) 焚化爐系統設備恢復運轉許可之履勘檢查作業

焚化爐系統設備恢復運轉前履勘作業，經審查委員現場履勘提出相關問題，請核後端處答覆說明暨討論後，作成 8 項決議事項請核後端處辦理：

- (1) 有關減容中心放射性廢氣排放系統之排放行政管限制值，要求台電公司依「游離輻射防護安全標準」(97 年 1 月 1 日施行條文)附表四放射性核種管限制度之規定，修正廢氣系統排放行政管限制值。
- (2) 將焚化爐防爆之「火焰捕捉冷卻過濾器」列入減容中心焚化爐系統高效率過濾器濾網作業程序書檢查項目內，並每年進行 DOP 檢測乙次。
- (3) 為確保焚化爐本體及廢氣系統處理廠房符合「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」之熱處理設施廠房應具有負壓設計之規定，於焚化爐控制室明顯處裝設廠房負壓儀表，俾便作業安全監控。
- (4) 有鑑於焚化爐改善案中新增廢棄物包懸吊進料系統，可能造成焚化爐控制室空間輻射劑量增加，為確保作業人員安全

並顯示控制室空間輻射劑量率，於焚化爐控制室裝設區域輻射偵檢器，俾便輻射安全監控。

- (5) 可燃廢棄物於焚化前，應加強廢棄物包之抽檢作業，並於前處理作業區設置抽氣系統，以符合作業規定。
- (6) 現場巡視發現焚化爐爐門螺絲孔處有黑煙痕跡，顯示試運轉操作時可能有產生正壓，應加強運轉操作訓練。並檢視及修正相關作業程序書以避免正壓產生，及落實各項安全作業動作之確認與停留查證點之查證。
- (7) 有關廢棄物焚化處理作業時，於前爐膛進行噴水降溫操作，係屬異常操作模式，應加強操作訓練、調配廢棄物的組成配比及降低每批次進料量，以避免噴水降溫之操作。另評估於二次爐噴廢油燃燒是否會影響驟冷器與袋式過濾器，以及燃燒氣體滯留時間達二秒之運轉條件規定。
- (8) 焚化爐系統設備於驗收測試運轉，紀錄一氧化碳之監測值偶有超過 100ppm，氧之監測值則時常超過 11%參考基準，與「中小型廢棄物焚化爐戴奧辛管制及排放標準」之規定有差異，請於正式運轉後完成焚化爐廢氣排放戴奧辛檢測，以符合相關規定。

以上 8 項決議事項，核後端處承諾於運轉作業中，將持續進行監控與精進運轉技術提昇效率並妥善處理改善，至於第 8 項有關排放戴奧辛檢測事宜，核後端處積極辦理發包委託檢測中，預定於 100 年 3 月初完成取樣，2 個月內提出檢測報告，物管局將持續追蹤其辦理結果。

(二) 焚化爐系統設備運轉作業檢查

1. 查證焚化爐系統產生的廢水送核二廠處理之運送程序，發現作業人員於運送途中需離開駕駛座二次，以辦理入出廠房申請手續，基於運送安全，建議減容中心增設車上通訊設備，

方便作業人員於執行運送時連繫與通報使用。

台電答覆說明：

- (1)若增設車上通訊設備，須由核二廠配合作業，且目前核二廠廢棄物至本中心時係採下述(2)方式處理，較為彈性可行。
- (2)辦理 HP 入出廠房申請手續時，需將廢水車熄火，並塞上止滑塊，以策安全。隨時督促廢水車運送技術員，確實遵照規定。
- (3)將於程序書加入廢水車運送廢水至核二廠處理時，於辦理 HP 出入廠房申請手續時，需將廢水車熄火，並塞上止滑塊，以策安全，程序書將同時配合修訂。

物管局同意答覆，並持續追蹤其改善情形。

2. 檢查減容中心廢水運送車，發現其後輪已有磨損情形，為確保運送安全，要求減容中心須定期檢查車胎磨耗情形，適時予以更換。

台電答覆：廢水車後輪 4 輪將於 11 月底前更換完成。

物管局同意答覆，於 12 月 3 日例行檢查時查證確認該組輪胎已換新品。

3. 檢查發現可燃廢棄物接收後，有依程序書規定進行抽檢作業，相關的抽樣暨檢查紀錄詳實。該紀錄表自 99 年 9 月 15 日起使用修訂版本，新增兩個欄位用以紀錄 PE 袋表面污染偵測值及廢油殘渣量，符合接收標準要求及實際現況。
4. 查閱高效率過濾器濾網更新作業維護查證表，發現有依該表執行檢查並紀錄，但該表無設備名稱及執行日期，無法得知該紀錄是何時對何設備所執行，要求減容中心進行改善，並於下次高效率過濾器濾網檢測、維護前完成表格修正，備供使用。

台電答覆：將修改程序書，於絕對過濾器濾網更新作業維護查證表，增加設備名稱及執行日期，預定 99 年 11 月底以前完成。

物管局同意答覆，12 月 3 日例檢時查核已完成作業維護查證表之更新。

5. 查閱焚化爐系統線上儀器校準作業，執行良好，校準紀錄卡、校準歷史紀錄卡等相關紀錄詳實。
6. 查閱焚化爐產生之灰渣灼熱減量測試，本年度共產生 106 桶灰渣，執行 6 次灼熱減量測定，符合程序書規定每 20 桶執行乙次之頻次，測定結果灼熱減量均符合要求，低於年度品質目標 12% 之要求。
7. 檢查焚化爐運轉紀錄，發現第二燃燒室之燃燒機設定於自動操作的「待機狀態」時，偶爾會跳至「停機狀態」之情形，雖然該狀態不影響運轉安全，可以人工操作回復正常，但將增加運轉人員負荷，要求減容中心注意並改善。

台電答覆：針對此問題，承包商建議將燃燒機放在 Burner on 之位置即可避免，但會產生升溫緩慢問題，本公司已要求承包商儘速解決跳脫之現象，並要求運轉人員注意控制操作溫度。

物管局將持續注意並督促其改善。

(三) 超高壓壓縮系統運轉作業檢查

1. 查閱超高壓壓縮機請修單，發現 93 年至 99 年間運維課與值班人員開立之請修單混合存放，除不易查閱外可能造成歷史資料散佚，要求減容中心加強文件管理。

台電答覆：已將運維與值班之設備請修單整理，並分冊存放，已利尋找蒐集歷史資料。

物管局同意答覆，並於以後的檢查確認落實成果。

2. 查閱壓縮桶接收記錄，每一批次接收的壓縮桶皆有依規定抽檢，且檢查結果亦符合接收標準，情形良好。

(三)輻射防護管制作業檢查

1. 依據游離輻射防護法第 14 條第 4 項規定，對在職之輻射工作人員應定期實施教育訓練；每人每年受訓時數須為 3 小時以上，並留存記錄備查。經查核訓練紀錄，發現計有 31 名作業人員完成教育訓練，其中減容中心 11 人，承包商 20 人，其訓練記錄完整、測驗資料均留存備查，符合規定。
2. 查證透視檢查可燃廢棄物之 X 光機輻射安全測試，因該 X 光機是「櫃型 X 光機」，依放射性物質與可發生游離輻射設備及其輻射作業管理辦法第 17 條規定，係屬登記備查類，唯仍需每五年執行 X 光機表面輻射安全測試，於期限屆滿前將測試結果申報登錄於原能會網站，以符規定。經查該設備於 99 年 10 月 17 日到期，減容中心於 9 月 10 日完成偵測，偵測結果可接近表面 5 公分處劑量率為每小時 5 微西弗以下，符合輻射安全規定，測試合格資料上網登錄完畢。
3. 查閱減容中心輻射防護計畫內容「5.8.9 污染管制」，發現有載明管制區至監測區之廢棄物放行管制程序，但對於監測區至環境之管制流程，並未詳細載明。要求減容中心將監測區至環境之管制流程納入於輻射防護計畫內。

台電答覆：

- (1) 監測區廢棄物係屬清潔廢棄物並無污染，唯為慎重起見仍經檢測確認無污染後始予放行。
- (2) 管制區至監測區之廢棄物，如符合放行至環境標準，則以事業廢棄物處理；如介於低微污染者，則送核二廠貯存庫暫貯。
- (3) 另將修訂程序書，納入監測區至環境之管制流程，預定

於 99 年 12 月底前完成。

物管局同意答覆，並追蹤其改善情形。於 12 月 3 日執行例行檢查時查證此項，確認減容中心於 12 月 1 日完成輻射防護程序書修訂，納入監測區至環境之管制流程，送該處核定中。

(四) 廠務管理與人員訓練

1. 抽查 99 年度輻射防護教育訓練紀錄，發現全員皆依減容中心輻射防護計畫 3.4.2 章節規定，受足 3 小時的訓練時數，以及預防輻射意外事故之教育訓練，並留存紀錄備查。對新進及外單位支援或參與輻射工作之人員，均依規定完成教育訓練，符合要求。
2. 查閱 99 年度減容中心消防與勞工安全訓練紀錄顯示，減容中心均依規定進行作業人員在職訓練，課程包括自衛消防編組訓練、吊掛作業應注意事項、感電與墜落預防及其事故案例宣導，減容中心與外包工作人員均參加，其訓練記錄均留存備查。
3. 99 年度減容中心辦理意外事件應變演練，於 12 月 3 日上午舉行，演練項目為廢水運送車輪胎爆胎傾斜。台電核安處派彭課長、汪工程師兩員至現場評核，演練內容有：司機受傷送核二廠醫務室處理；卸下水櫃；更換輪胎後再裝上水櫃，過程緊湊，完成演練作業後即進行演練缺失或改進事項檢討會議，作成紀錄供下次演練參考。

肆、未來管制重點

99 年度核後端處完成減容中心焚化爐系統換裝改善工程，並取得焚化爐恢復運轉許可，為加強管制焚化爐與超高壓壓縮機系統設備之運轉作業安全，物管局下年度管制重點如下：

- 一、依放射性物料管理法第 27 條規定，放射性廢棄物處理設施，應由合格運轉人員負責操作。督促核後端處減容中心依「放射性廢棄物處理設施運轉人員管理辦法」規定，相關人員應取得運轉人員資格。
- 二、加強可燃廢棄物前處理抽檢作業檢查，以確保焚化爐之焚化效率、煙道氣之排氣除符合輻射防護法規外，其中之粒狀污染物、硫氧化物、氮氧化物、氯化氫、一氧化碳等污染物及戴奧辛亦須符合空氣污染防治法之排放標準。
- 三、為確保焚化爐運作安全，要求減容中心應加強運轉人員操作訓練、設備維修保養、檢視與修正相關作業程序書，落實各項安全作業之確認與停留查證點之查證。
- 四、要求核後端處減容中心，加強環境輻射偵測試樣之取樣分析的品保作業，以確保環境安全。

伍、結語

99 年度減容中心營運期間，焚化爐部份：第一季為取得焚化爐系統設備恢復運轉許可申請而未處理廢棄物，自第 2 季起即進行可燃廢棄物之焚化處理，運轉過程中發現之設備故障或異常，均能及時修護不影響運轉安全。超高壓壓縮機部份：可壓廢棄物之壓縮處理作業，除進行系統維護暨待料外，均正常營運。在廠房輻射偵測及廠區環境輻射監測取樣方面，均符合輻射防護法規，無異常情形。系統設備運轉所產生之放射性液體均送核二廠處理，故無廢液排放。

整體而言，99 年度減容中心放射性廢棄物營運管理無異常情形，本年度無開立注意改進事項或違規事項，物管局將繼續敦促台電公司核後端處減容中心，落實各項運轉作業之品保查核與作業安全之確認與查證，以確保廢棄物處理設施之安全營運。