

第二核能發電廠
放射性廢棄物營運管理
105 年度運轉年報

台灣電力公司第二核能發電廠

中華民國 106 年 5 月

第二核能發電廠

放射性廢棄物營運管理

105 年度運轉年報摘要

核二廠放射性廢棄物處理系統包括「放射性廢氣處理系統」、「放射性廢液處理系統」、「放射性固體廢棄物處理系統」、「高減容固化系統」及減容中心「放射性廢棄物焚化爐系統」、「放射性廢棄物超高壓壓縮機系統」。放射性廢棄物管理措施主要包括洩水暨化學品管制、乾性廢棄物減量與高減容固化、焚化爐及超高壓壓縮機等系統之運轉。

105 年度各類廢棄物產量如下表：

類別	固化廢棄物	廢樹脂	可燃廢棄物	可壓廢棄物	其他
產量值	58 桶	308 桶	525 桶	168 桶	240 桶

105 年度廢棄物減容中心處理量如下表：〈前後〉

類別	可燃廢棄物		可壓廢棄物	
處理方式	焚化處理量 (公斤)〈前〉	焚化灰渣量 (公斤)〈後〉	壓縮處理量 (180 公升桶裝)〈前〉	壓縮餅量 (55 加侖桶裝)〈後〉
處理前/ 後量值	41,293	4,215	0 桶	0 桶

核二廠現有低放射性廢棄物貯存設施共 4 處及廢料廠房暫存區，截至 105 年 12 月 31 日止，低放射性廢棄物總貯存量為 54,239 桶。

全年低放射性廢棄物處理系統均維持安全穩定營運，惟減容中心焚化爐發生異常事件乙事。

目	錄
項	次 頁 次
一、前言	1
二、運轉狀況	1
三、異常事故	5
四、結語	5
附表一	7
附表二	8
附表三	9
附圖	10

一、前言

核二廠放射性廢棄物處理系統，設計上採用兩部機共用的型式，以分批(Batch)收集和處理的方式運作。主要分為廢液、固化及減容處理等三部分；其中放射性廢液處理系統部分可概分為低導電率廢液的收集、貯存、處理、取樣系統及高導電率製程廢液的化學廢液濃縮處理系統。此外，另有一座雜項廢液處理廠房可處理機組廠房內產生之一般及含油廢液，一套清潔劑廢液處理系統則處理人員除污及防護衣物洗滌廢液。另設置有可移動式廢液處理系統，可輔助處理低導電率廢液，使其水質達到回收或排放的要求。固化處理設施共設有水泥及高減容兩套固化系統，係用於固化處理廢液過濾後所產生之殘渣、濃縮廢漿及粉狀樹脂，目前係以高減容固化系統運轉固化，水泥固化系統則維持備用狀態。

核二廠低放射性廢棄物貯存設施計有 1 號(可貯存廢棄物 12,000 桶)、2 號(可貯存廢棄物 40,000 桶)、3 號(可貯存廢棄物 39,133 桶)廢棄物貯存庫，以及廢棄物壕溝(可貯存廢棄物 4,000 桶)。1 號廢棄物貯存庫主要做為核二廠固化及乾性廢棄物檢整、再處理及暫存之場所；而 2 號及 3 號廢棄物貯存庫主要做為貯存核二廠機組運轉所產生之固化廢棄物，以及於 1 號廢棄物貯存庫檢整及減容中心處理後廢棄物貯存之用；廢棄物壕溝目前已清空預定將來做為核二廠汰換之大型設備貯存場所。另核二廠設置一座低微污染器材倉庫，主要用於貯存低微污染或經除污後可回收再使用之設備器材及機具；5 間廠區清潔廢棄物倉庫(19 號、27 號、28 號、31 號及 37 號)，主要用於貯存符合法規活度以下待外釋之金屬廢棄物。

減容中心主要設施為一座可焚化 100 公斤/時放射性廢棄物之焚化爐系統，以及一組可處理 5~8 桶/時可壓廢棄物之 1,500 噸超高壓壓縮機系統，其主要業務為接收來自核二廠及核一廠的低放射性可減容乾性廢棄物，將其焚化或壓縮處理。

二、運轉狀況

(一) 放射性廢棄物處理系統

1. 年廢液飼入總量

全年平均廢液飼入量為 38,389GPD，為 FSAR 值 76,520GPD 之 50.16%；其中低導電率廢液為 31,551GPD(占 82.19%)，高導電率廢液為 6,838 GPD(占 17.81%)(詳如附表一)。廢液飼入量較 104 年度減少 4,304GPD，主要原因為#2 機尚未起動運轉，減少冷凝水除礦器樹脂清洗廢水，其他各廢水處理系統均穩定運轉，使廢液飼入量有效管控，穩定在約 FSAR 值 1/2 的水準。

2. 固化廢棄物年產生量

全年固化廢棄物產量為 58 桶(詳如附表二)，皆為爐水淨化殘渣。

3. 廢樹脂年產生量

全年廢液過濾除礦器預敷次數 27 次，粉狀樹脂用量 81 包，廢粒狀樹脂產量為 308 桶。

4. 非固化廢棄物年產生量

全年產量為 933 桶，其中

- (1) 可燃廢棄物為 525 桶(占 56.27%)。
- (2) 可壓廢棄物為 168 桶(占 18.01%)。
- (3) 其他廢棄物為 240 桶(占 25.72%)；其中廢油為 44 桶(占 4.71%)，保溫材為 192 桶(占 20.58%)，爐心偵測元件為 4 桶(占 0.43%)。

5. 可燃廢棄物與廢金屬檢整處理後之數量

- (1) 可燃廢棄物經檢整後 35,838 公斤(換算為 358 桶 55 加侖桶)，因焚化爐故障檢修中，無法送至「減容中心」焚化處理。
- (2) 廢金屬經檢整後，共計 15,520 公斤(換算為 78 桶 55 加侖桶)，因超高壓壓縮機故障檢修中，無法送至「減容中心」壓縮處理。

6. 廢水排放量

全年廢液總排放量為 4,866,788 加侖，總排放活度 157.583MBq；其中

- (1) 今年取樣槽零排放(占 0%)。

(2) 清潔劑槽排放 813,554 加侖(占 16.72%)，排放活度 57.313MBq (占 36.37%)。

(3) 雜項廢液排放 4,053,234 加侖(占 83.28%)，排放活度 100.27MBq(占 63.63%)。

7. 處理系統設計修改或設備變更：無。

(二) 放射性廢棄物貯存設施

1. 貯存設施的各類廢棄物全年入庫、出庫量及年底之貯存量：

各貯存庫因應檢整、貯存及減容處理而進行入出庫作業，說明如下(詳如附表三)：

(1) 1 號廢棄物貯存庫入庫 905 桶，出庫 283 桶，年底貯存量 4,339 桶。

(2) 2 號廢棄物貯存庫入庫 425 桶，出庫 1,749 桶，年底貯存量 34,724 桶。

(3) 3 號廢棄物貯存庫入庫 2,003 桶，出庫 24 桶，年底貯存量 15,125 桶。

(4) 廢棄物壕溝現為清空狀態。

(5) 廢料廠房暫存區因應廢棄物產生收集及外運至廠區各廢棄物貯存庫而進行之入出庫作業；入庫 1,299 桶，出庫 1,324 桶(其中，爐心元件 4 桶，係於#2 機-EOC24 及#1 機-EOC25 大修時產生各 2 桶，由燃料廠房 3 樓進料送至二號廢棄物貯存庫)，年底貯存量 51 桶(104 年庫存 76 桶)。

2. 新貯存設施興建狀況：無。

3. 放射性廢棄物桶檢整狀況及數量

乾性廢棄物檢整：可燃廢棄物檢整 358 桶及可壓廢棄物檢整 78 桶。

4. 貯存設施設計修改或設備變更：無。

5. 貯存設施固化廢棄物桶之核種、總活度：

(1) 固化廢棄物桶之主要核種為 Mn-54、Co-58、Co-60、Zn-65、Fe-59、Cs-134、Cs-137。

(2) 固化廢棄物總活度為 $4.72\text{E}+13$ Bq，各貯存設施分別如下：

a.1 號廢棄物貯存庫： $2.74\text{E}+11$ Bq

b.2 號廢棄物貯存庫： $4.60\text{E}+13$ Bq

c.3 號廢棄物貯存庫： $8.81\text{E}+11$ Bq

(三) 減容中心

1. 可燃廢棄物焚化處理

(1) 全年焚化處理量共 41,293 公斤；其中，接收來自核一廠之廢棄物量為 24,724 公斤，核二廠為 17,141 公斤，核一、二廠共接收 41,865 公斤，剩餘 572 公斤放置減容中心未焚化。

(2) 焚化後灰渣量共 4,215 公斤，以 180 公升鋼桶盛裝共 42 桶，本年度運至 3 號倉庫共 64 桶，其中 22 桶為 104 年產生。

(3) 產生極低微放射性廢水共 746.68 公噸，皆運往雜項廢液處理系統處理後排放。

(4) 因焚化爐已使用 7 年，致部分設備腐蝕受損情形，辦理停爐檢查與改善評估，及檢修案發包與施工，故本年度焚化處理量較少。

2. 可壓廢棄物壓縮處理

因超高壓壓縮機已使用 20 餘年，老舊常故障，故辦理超高壓壓縮機大修工作，因此本年度未進行壓縮作業。

(四) 各次大修期間的各類廢棄物預估產量與實際產量

本年度#2 機執行 EOC-24 大修工作，執行期間為 105/04/12~105/05/15 (合計 34 天)，各類廢棄物預估產量與實際產量分別如下：

1. 預估產量：可燃 21,200 公斤、可壓金屬 3,300 公斤、不可燃不可壓 500 公斤、可壓非金屬 4,000 公斤，合計 29,000 公斤。

2. 實際產量：可燃 19,634 公斤、可壓金屬 4,513 公斤、不可燃不可壓 467 公斤、可壓非金屬 2,324 公斤，合計 26,938 公斤。

3. 實際產量超出預估產量，主要差異廢棄物為「可壓金屬」，主要產生工作係因#2 機主蒸汽通道(MST)洩水管路維護工作之汰換大量金屬管 3,504 公斤，且大部分皆無法經除污後成為清潔廢金屬。

三、異常事故

(一) 核二廠減容中心低放射性廢棄物焚化爐於 105 年 3 月 29 日停爐後，進行例行清灰與檢修時，發現焚化爐爐磚裂縫、袋式過濾器底部鋼板酸性腐蝕等情形，核二廠即委託「工業技術研究院」評估焚化爐維護精進及檢修工作，並完成改善評估報告。焚化爐運轉期間，流程輻射監測器(PRM)之排放濃度正常，廠房之區域輻射監測器(ARM)亦正常，並未有異常升高，對環境未造成任何影響。

(二) 異常事故後續處理結果

1. 程序書修訂：

採保守性決策，於程序書增列「袋式過濾器下方飛灰桶之溫度量測與觀察」、「飛灰桶表面高溫異常」、「驟冷器噴槍供水流量異常」、「焚化爐停爐(STOP)操作」等情況之處理，並責成值班人員確實遵守。

2. 運轉監測方面：

- (1) 參考「焚化爐安全分析報告及運轉規範」、「原焚化爐設計製造廠(Envikraft 公司)文件有關負壓設定值」及「友廠之運轉經驗」，將焚化爐內負壓之設定值由-25mmWS，降為-20mmWS。
 - (2) 將現場驟冷器供水與供氣設備之運轉數據，傳送至控制室，以利值班人員監看及應變。
 - (3) 增列關鍵組件及附屬設備備品之安全庫存量，以提升維護時效。
3. 辦理「焚化爐耐火材料及廢氣處理設備檢修」之招標與施工。

四、結語

核二廠除致力維持機組穩定、安全運轉外，對於放射性廢棄物營運工作亦十分重視，採取許多行政管制及廢棄物抑減之營運管理措施，其營運管理措施及成效說明如下：

(一) 落實洩水/油、化學品管制，有效抑減廢液飼入量，致近五年廢液平均飼入量抑低至 41,325GPD，取樣槽廢液回收比率達 100%，連續八年放射性廢液處理取樣槽零排放，自 94 年創下歷年最佳績效，持續穩定在近 FSAR(76,520GPD)限值略逾 1/2 的水準，使固化廢棄物產量亦穩定

維持在較低的狀態。

- (二) 定期召開減廢系統討論會議，檢討追蹤減廢趨勢及成效，研擬有效的減廢措施及方案，廢液飼入量連續三年皆抑低至約 FSAR 值之一半，加上高減容固化系統一如預期發揮減容效果，使得固化廢棄物產量抑低至 58 桶。
- (三) 本年度執行#2 機 EOC-24 大修乾性廢棄物減量工作，期間確實執行乾性廢棄物減量計畫，在全廠各部門全力配合、「廢料處理組」不定期組隊現場巡查及輔導包商落實減廢工作下，乾性廢棄物產量分別抑低至 26,938 公斤(工期為 34 天)，近十次大修乾性廢棄物產量統計圖 (如附圖)。
- (四) 在執行化學品進廠管制、採行粒狀廢樹脂不再生及線上紫外線處理器抑減 TOC 等策略後，有效改善廢液回收水質，使得全年平均廢液回收 TOC 值下降至 125ppb。
- (五) 規劃廢液貯存槽清槽作業，增進廢液處理效率，改善水質並提高系統設備可用率以維持系統正常及安全地運轉。
- (六) 加強分類篩選適合除污之廢金屬並提昇除污效率，使全年除污合格的廢金屬共計 40,253 公斤，換算計 201 桶可壓廢棄物，大幅減少放射性可壓廢棄物產量，待將來依「一定活度或比活度以下放射性廢棄物管理辦法」解除管制。
- (七) 105 年可燃廢棄物焚化處理量 41.293 公噸(年目標值：160 公噸)，未能達成營運目標，主要是因焚化爐已使用 7 年致部分設備受損，目前已檢修中，預計 106 年 3 月可完成檢修，故本年度焚化處理量較少。105 年可壓縮廢棄物壓縮處理桶數為 0 桶(年目標值：350 桶)，未能達成營運目標，主要是因超高壓壓縮機於 104 年 8 月中故障至今，目前正檢修中，預計 106 年 5 月可完成檢修。待設備檢修完成後，將努力提高減容中心焚化爐與超高壓壓縮機的設備妥善率，使其發揮減容效能與維持安全運轉。

附表一

105 年廢液處理系統分析年報表

年/月	廢液飼入量(GPD)	廢液排放量(Gals)
105/1	38,603	252,579
105/2	19,237	226,597
105/3	69,886	290,484
105/4	61,457	589,570
105/5	50,232	431,652
105/6	39,008	414,264
105/7	30,113	641,021
105/8	29,691	490,689
105/9	30,553	392,035
105/10	29,215	347,415
105/11	27,071	348,607
105/12	34,507	441,875
105 年總量	14,050,214(Gals)	4,866,788 (Gals)
104 年總量	15,582,768(Gals)	4,695,883(Gals)

廢液飼入來源		水量(GPD)		百分比
低導電率 82.19%	集水池	15,753	41.04%	
	抑壓池排釋	1,413	3.68%	
	廢料過濾器逆洗	148	0.39%	
	爐水過濾器逆洗	66	0.17%	
	系統洩水	9,103	23.71%	
	除礦器逆洗	5,068	13.2%	
高導電率 17.81%	除礦器逆洗	4,299	11.2%	
	廢料廠房集水池	2,539	6.61%	
105 年廢液飼入日均量		38,389		
104 年廢液飼入日均量		42,693		
廢液排放 來源	排放水量(Gals) 4,866,788	百分比	排放活度(MBq) 157.583	百分比
雜項廢液	4,053,234	83.28%	100.27	63.63%
取樣槽	0	0%	0	0%
清潔劑	813,554	16.72%	57.313	36.37%

附表二

核二廠 105 年放射性固體廢棄物全年報表

固體廢棄物 種類	主要核種	數 量(桶)	活度(Bq)	備 註
1.脫水樹脂	Cr51、Mn54、Co58、 Fe59、Co60、Zn65、 Ag110m、Cs134、 Cs137	308	2.449E+12	未固化處理
2.廢液淨化殘渣	Cr51、Mn54、Co58、 Fe59、Co60、Cs134、 Cs137	0	0	槽存數量： 80 桶
3.爐水淨化殘渣	Cr51、Co60、Mn54、 Zn65、Cs134、Cs137	58	3.490E+13	
4.濃縮化學廢漿	Cr51、Co60、Mn54、 Zn65、Cs134、Cs137	0	0	
5.可燃廢棄物	Mn54、Co60	525	NA	
6.可壓廢棄物	Mn54、Co60	168	NA	
7.廢油	Mn54、Co60	44	NA	
8.保溫材	Mn54、Co60	192	NA	
9.爐心元件	Cr51、Co60、Mn54、 Zn65、Cs134、Cs137	4	NA	
合 計		1,299	3.734E+13	

附表三

核二廠 105 年低放射性廢棄物貯存設施貯存狀況表

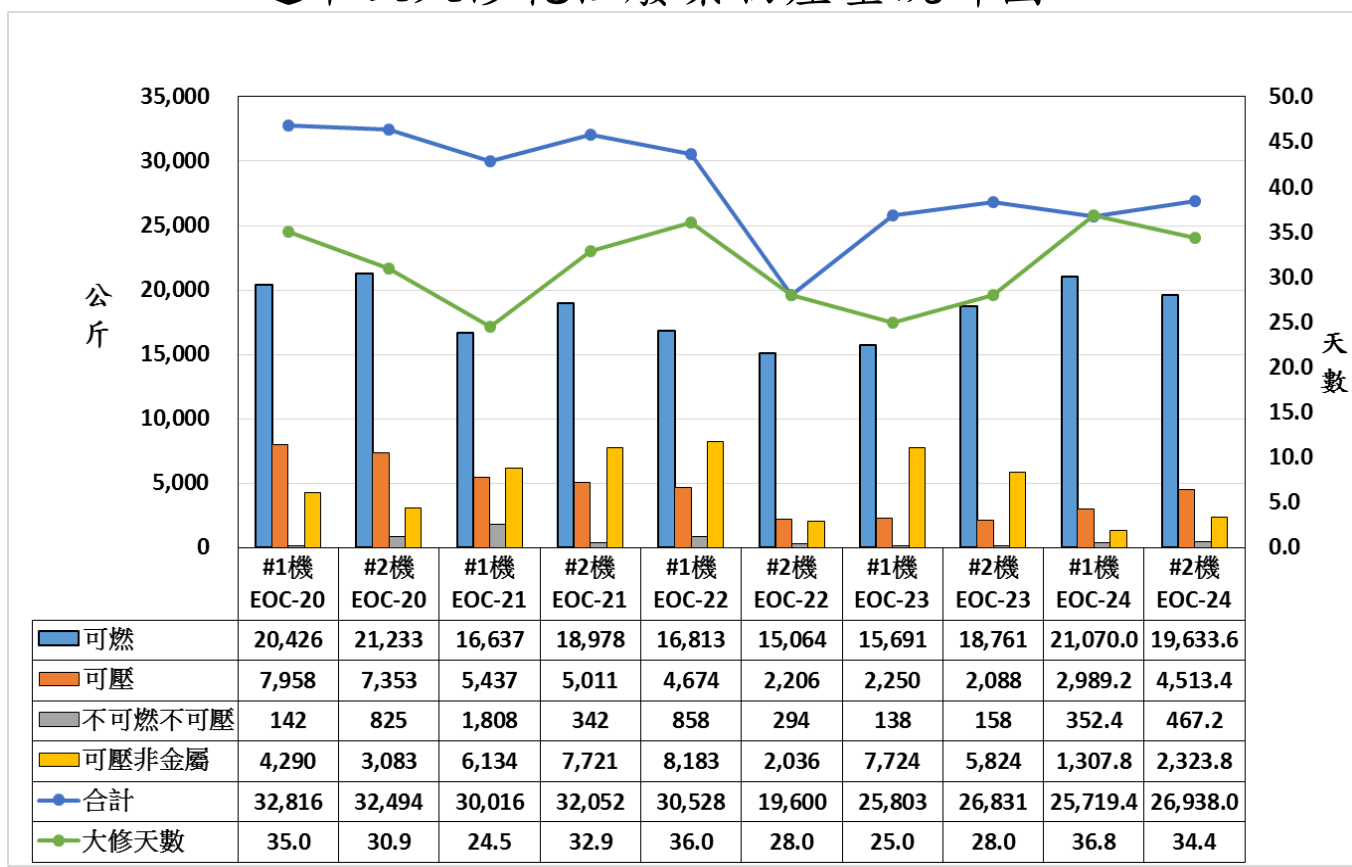
類別 設施		固 化 廢棄物	脫水 樹脂	可 燃 廢棄物	可 壓 廢棄物	污 染 廢油	廢保 溫材	爐心 元件	壓縮 鐵餅	固化 (柏油)	合計	備註
一號低 放射性 廢棄物 貯存庫	去年量	2,953	-	371	103	290	-	-	-	-	3,717	
	進 料	60	-	480	123	37	205	-	-	-	905	
	出 料	21	-	118	-	16	128	-	-	-	283	
	現存量	2,992	-	733	226	311	77	-	-	-	4,339	
二號低 放射性 廢棄物 貯存庫	去年量	18,514	8,681	468	506	-	2,858	143	4,629	249	36,048	
	進 料	63	310	11	36	-	1	4	-	-	425	
	出 料	1,749	-	-	-	-	-	-	-	-	1,749	
	現存量	16,828	8,991	479	542		2,859	147	4,629	249	34,724	
三號低 放射性 廢棄物 貯存庫	去年量	4,986	-	509	229	162	4,440	-	2,820	-	13,146	
	進 料	1,716	-	59	100	-	128	-	-	-	2,003	
	出 料	6	-	-	-	-	18	-	-	-	24	
	現存量	6,696	-	568	329	162	4,550	-	2,820	-	15,125	
低放射 性廢棄 物壕溝 區	去年量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	進 料	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	出 料	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	現存量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
廠房 暫存 區	去年量	5	3	44	10	7	7	-	-	-	76	
	接 收	58	308	525	168	44	192	4	-	-	1,299	
	出 料	63	310	550	172	37	188	4	-	-	1,324	
	現存量	-	1	19	6	14	11	-	-	-	51	
去年總量		26,458	8,684	1,392	848	459	7,305	143	7,449	249	52,987	
現存總量		26,516	8,992	1,799	1,103	487	7,497	147	7,449	249	54,239	

註:1.單位:桶(接收可燃廢棄物以 100 公斤計一桶，可壓廢棄物以 200 公斤計一桶)。

2.爐心元件 4 桶，於#2 機-EOC24 及#1 機-EOC25 大修時由燃料廠房 3 樓進料送至二號廢棄物貯存庫。

附圖

近十次大修乾性廢棄物產量統計圖



說明：

- 一、105 年度#2 機執行 EOC-24 大修工作(2016/04/12~2016/05/15 合計 34 天)。
- 二、實際產量：可燃 19,634 公斤、可壓金屬 4,513 公斤、不可燃不可壓 467 公斤、可壓非金屬 2,324 公斤，合計 26,938 公斤。