

第二核能發電廠

111 年度

放射性廢棄物營運管理運轉年報

(REV.1)

台灣電力股份有限公司

中華民國 112 年 3 月

第二核能發電廠111年度

放射性廢棄物營運管理運轉年報

摘要

第二核能發電廠(以下簡稱核二廠)放射性廢棄物處理設施，包括有「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」等支系統。放射性廢棄物營運管理措施主要包括廢液來源控管、化學品管制、乾性廢棄物減量、執行廢液淨化殘渣及爐水淨化殘渣之高減容固化處理、執行可燃廢棄物及可壓廢棄物之減容處理、焚化爐及超高壓壓縮機之維護保養及低放射性廢棄物貯存設施之安全營運等。

111 年度固體廢棄物產量分別為固化廢棄物 61 桶(年目標 80 桶)、廢粒狀樹脂 341 桶(年目標 480 桶)、可燃廢棄物 431 桶、可壓廢棄物 314 桶、其他類 128 桶，乾性廢棄物共計 873 桶(年目標 890 桶)、HPCC 檢整 421 桶。

核二廠已於 111 年 12 月 26 日將 1 號低貯庫各類廢棄物全數搬空，並規劃核二廠除役期間繼續使用，故於 111 年 12 月 30 日檢陳「核二廠一號廢棄物貯存庫除役期間運轉安全評估報告」向大局申請核備，俟大局同意核備後，擬修訂「1 號低放射性廢棄物貯存庫清理作業計畫」，進行其貯存區除污及地面重新塗裝。若未能獲同意核備，則將依續「1 號低放射性廢棄物貯存庫清理作業計畫」，於 114 年 12 月底完成清理作業。

「核二廠低放射性固化廢棄物檢整計畫」作業地點於 3 號低貯庫，目的針對 55 加侖或 83 加侖鏽蝕劣化固化桶進行檢整重裝(已重裝 2,505 桶，含 94 桶試作桶)。

核二廠現役中之低放射性廢棄物貯存設施共計 4 處及廢料廠房暫存區，至 111 年 12 月 31 日止，1 號低貯庫貯存量為 0 桶，2 號低貯庫貯存量為 33,888 桶，3 號低貯庫貯存量為 24,956 桶(含 HPCC 2,505 桶)，低放射性廢棄物壕溝已搬空，廢料廠房暫存區貯存量為 193 桶，核二廠低放射性廢棄物總貯存量為 59,037 桶。

減容中心低放射性廢棄物處理系統全年均安全穩定運轉，減容中心超高壓壓縮機亦正常運作；焚化爐 111 年運轉天數 281 天(兩個運轉週期分別為 1/12~5/28 與 7/1~11/27)，配合減容中心結構耐震補強作業已獲大局同意停止運轉至 112 年 12 月 31 日(物二字第 1110003428 號函)。

111 年減容中心低放射性廢棄物處理設施運轉，其中焚化爐焚化處理累計 209.3 公噸可燃性廢棄物；超高壓壓縮機累計壓縮處理 220 桶可壓性廢棄物，壓縮後共產生 109 桶 55 加侖套桶。

目 錄

一、前言：	1
二、運轉狀況：	2
三、異常事件及演習：	4
四、結語：	5
附表一：核二廠 111 年廢液處理系統分析年報表	7
附表二：核二廠 111 年放射性廢水各排放口年統計表	8
附表三：核二廠 111 年低放射性固體廢棄物產生量統計表	9
附表四：核二廠 111 年 HPCC 檢整作業產生量統計表	10
附表五：核二廠 111 年低放射性廢棄物貯存設施進、出料量及貯存量統計表	11
附表六：核二廠歷年低放射性廢棄物桶檢整統計表	12
圖 1：核二廠放射性廢水排放口監測位置圖	13
圖 2：近十次大修之乾性廢棄物產量統計圖	14

第二核能發電廠 111 年度

放射性廢棄物營運管理運轉年報

一、前言：

核二廠放射性廢棄物處理設施，設計上採用兩部機共用之型式，以分批(Batch)收集和處理之模式運作。主要分為廢液、固化及減容處理等三部分。

放射性廢液處理系統可概分為低導電率廢液之收集、貯存、處理、取樣分析及高導電率廢液之濃縮處理，蒸餾之冷凝液泵送至低導電率廢液處理，濃縮後之殘渣由固化處理；放射性廢液處理系統並且於取樣槽設置有可移動式廢液處理系統，可輔助處理低導電率廢液，節省再處理時間，使其處理後水質達到回收或排放之標準。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處理人員除污及防護衣物之洗滌廢液。

固化處理系統設有水泥固化系統及高減容固化系統，係用於固化處理廢液過濾後所產生之廢液淨化殘渣、爐水淨化殘渣及濃縮廢棄物，目前皆以高減容固化系統執行固化處理，水泥固化系統則維持備用狀態。

核二廠減容中心主要設施為一座可焚化放射性可燃廢棄物之焚化爐系統(廢棄物熱值 7500kcal/kg，處理量約 100 公斤/小時)，及一組可壓縮放射性可壓廢棄物之 1,500 噸超高壓壓縮機系統(平均約 4 桶/小時)，接收產自核一廠之可燃乾性廢棄物、核二廠之可燃、可壓乾性廢棄物。

核二廠低放射性廢棄物貯存設施計有 1 號低貯庫(設計貯存容量 12,000 桶)、2 號低貯庫(設計貯存容量 40,000 桶)、3 號低貯庫(設計貯存容量 39,133 桶)、低放射性廢棄物壕溝(設計貯存容量 4,000 桶)及廢料廠房暫存區(設計貯存容量 288 桶)。核二廠已於 111 年 12 月 26 日將 1 號低貯庫之各類廢棄物全數搬空，並規劃於核二廠除役期間繼續使用，故於 111 年 12 月 30 日檢陳「核二廠一號廢棄物貯存庫除役期間運轉安全評估報告」向大局申請核備，俟大局同意核備後，擬修訂「1 號低放射性廢棄物貯存庫清理作業計畫」，進行其貯存區除污及地面重新塗裝。若未能獲同意核備，則將依據「1 號低放射性廢棄物貯存庫清理作業計畫」，於 114 年 12 月底完成清理作業。2、3 號低貯庫主要做為貯存核二廠機組運轉產生之固

化廢棄物，由於機組即將除役，於 3 號低貯庫建置乾性廢棄物檢整設備，以替代原 1 號低貯庫執行的乾性廢棄物檢整作業。低放射性廢棄物壕溝已搬空停用；核二廠另設置有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；4 座廠區清潔廢棄物倉庫(19 號、27 號、28 號及 37 號)，主要用於貯存待外釋或放行之廢棄物。

二、運轉狀況：

(一)放射性廢棄物處理設施

1. 放射性廢液處理系統飼入量：111 年總飼入量為 11,169,644 加侖，每日平均飼入量為 30,602GPD(詳附表一)，低於 PI 指標值 49,738GPD，為 FSAR 限值(76,520 GPD)之 40%。處理系統穩定運轉，廢液飼入量達有效管控，維持低於 FSAR 限值之 1/2 水準。

(1)低導電率廢液：24,473 GPD(占 79.97%)。

(2)高導電率廢液：6,128 GPD(占 20.03%)。

2. 放射性廢液排放量及排放活度：111 年總排放量為 5,238,389 加侖，相較 110 年排放量 4,206,636 加侖，增加 1,031,753 加侖；分裂與活化產物活度 251.4MBq、氚排放活度 251,928 MBq(詳附表一)。另檢附各排放口排放量及監測位置，詳如附表二及圖 1。

(1)雜項廢液處理系統：4,386,753 加侖，分裂與活化產物活度 107.7MBq、氚排放活度 251,274MBq。

(2)放射性廢液處理系統：0 加侖，分裂與活化產物活度 0 MBq、氚排放活度 0MBq。

(3)清潔劑廢液處理系統：853,406 加侖，分裂與活化產物活度 143.7MBq、氚排放活度 654MBq。

3. 固化廢棄物產生量：

(1)固化廢棄物來源：廢液過濾除礦器預敷 25 次，過濾粉狀樹脂用量 75 包/次。

(2)固化廢棄物產生量：61 桶(詳附表三)，皆為爐水淨化殘渣。

4. 廢粒狀樹脂產生量：341 桶(詳附表三)。

5. 乾性廢棄物產生量：873 桶(詳附表三)。

(1)可燃廢棄物產生量：431 桶。

(2)可壓廢棄物產生量：314 桶。

(3)其他類廢棄物產生量：128 桶；分別為廢油 34 桶、保溫材 92 桶、爐心元件 2 桶。

6. HPCC 檢整產生量：421 桶(詳附表四)。

7. 已檢整可燃廢棄物與可壓廢棄物數量及狀況說明：

(1)至 111 年 12 月 31 日止，可燃廢棄物已檢整完成 46,247 公斤(換算為 462 桶 55 加侖桶)，其中 29,525 公斤(295 桶)送至減容中心焚化處理，尚餘 16,722 公斤(167 桶)送往 3 號低貯存庫暫存待送減容中心焚化處理。

(2)至 111 年 12 月 31 日止，可壓廢棄物已檢整完成 1,276 公斤(換算為 6 桶 55 加侖桶)，均已送減容中心壓縮處理。

8. 處理系統設計修改或設備變更：完成 3 號乾性廢棄物檢整區防止污染擴散隔間，內部建置可燃、可壓廢棄物前處理設備及保溫材壓縮機。

(二)放射性廢棄物貯存設施

1.111 年貯存設施之各類廢棄物桶進、出料量及貯存量(詳附表五)：

(1)1 號廢棄物貯存庫：進料 932 桶，出料 1,964 桶，貯存量 0 桶。

(2)2 號廢棄物貯存庫：進料 1,202 桶，出料 719 桶，貯存量 33,888 桶。

(3)3 號廢棄物貯存庫：進料 2,130 桶，出料 846 桶，貯存量 24,956 桶
(含 HPCC 2,505 桶，包括 94 桶試作桶，詳附表六)。

(4)低放射性廢棄物壕溝：停用。

(5)廢料廠房暫存區：進料 905 桶，出料 874 桶，貯存量 193 桶。

2. 新貯存設施興建狀況：「核二廠除役低放射性廢棄物貯存庫興建之規劃設計技術服務工作」採購案已於 111 年 12 月 5 日公告，預定 112 年 3 月底決標。

3. 貯存設施設計修改或設備變更：1 號廢倉保溫材壓縮機移至 3 號廢倉。

4. 各貯存設施之固化廢棄物核種及活度：主要核種為 Mn-54、Co-58、Co-60、Zn-65、Fe-59、Cs-134、Cs-137(詳附表三)

(1) 1 號低貯庫：0.00E+0 MBq (已搬空)。

(2) 2 號低貯庫：5.16E+7 MBq。

(3) 3 號低貯庫：4.50E+7 MBq。

(4) 總活度為 $9.66E+7$ MBq。

(三)減容中心

- 1.可燃廢棄物焚化處理：111 年焚化處理共計 209.3 公噸。另 111 年廢液貯存槽(B 池)配合焚化爐運轉產生之廢液及廢液貯存槽(D 池)配合生活廢水產生之廢液(均<MDA)共 1466.4 公噸，皆運往雜項廢液處理系統處理達排放標準後排放。
- 2.可壓廢棄物壓縮處理：壓縮後產生灰渣套桶 106 桶；一般可壓廢棄物套桶 3 桶，合計 109 桶。

(四)大修期間之乾性廢棄物產量

- 1.#2 機 EOC-27 大修，執行統計期間為 111 年 2 月 26 日~111 年 4 月 1 日，共計 35 天，乾性廢棄物總接收量共計 24,137.5 公斤；可燃類廢棄物產生 16,309.5 公斤(占 67.6%)，可壓類廢棄物產生 6,099.8 公斤(占 25.3%，其中 4,374.8 公斤可經由除污間之除污技術成為可放行或外釋廢棄物；1,725 公斤為不可除污)，不可燃不可壓類廢棄物產生 120.8 公斤(占 0.5%)，可壓非金屬類產生 1,607.4 公斤(占 6.6%)；本次大修最大來源為汽機廠房，但有數項工程僅設備保養，並未拆除更換，因此廢棄物實際產量少於大修前預估產量 25,400 公斤。
2. 近十次大修之乾性廢棄物產量統計圖如圖 2。

三、異常事件及演習：

- (一)異常事件：無。
- (二)演習：為提昇核二廠低放射性廢棄物焚化爐運轉、維護及協同作業承攬商人員意外事故應變能力，本廠於 111 年 9 月 16 日進行意外事故演習。演習狀況係模擬焚化爐於正常運轉時，工作人員正在 R101 室進料箱裝料，因發生地震造成「供電系統市電跳脫」、「運轉員發現袋式過濾器(BF101)飛灰桶監視器出現火星」、「內分箱外蓋晃動掉落造成人員受傷」，使前述人員能依照電廠程序書，熟練應變程序和熟練各實況應變操作步驟，以確保焚化爐運轉安全與民眾安全。此外，藉由本次演練過程，讓現場人員熟悉人員受傷及設備故障之緊急處理措施，包括焚化爐操作、搶修設備及救護傷患，並採取必要之輻防管制措施

等，讓意外事故之衝擊降至最低，並儘速恢復焚化爐正常運轉及確保減容中心監測區環境輻射安全。

四、結語：

- (一)落實維護基本功維持設備高妥善率，掌握維護時程以利廢液分流及化學品管制，避免廢液交互污染提高處理效率及減少濾材損耗，增加廢料營運效率，使近五年廢液平均飼入量抑低至 37,977 GPD，持續穩定維持於 FSAR 限值(76,520 GPD)之內，此外，放射性廢液處理系統之取樣槽從民國 98 年至今 14 年來 100%回收再使用，強化水資源再利用。
- (二)管制區內攜入化學品採行勤查嚴罰政策，避免廢液遭受化學品污染，增加濾材損耗，同時更換紫外線處理器燈管提高處理效率以抑減 TOC 等策略後，有效改善廢液回收水質，111 年平均廢液回收水之 TOC 值為 63 ppb(回收限值 200 ppb)。
- (三)規劃執行各儲存槽清槽作業，改善處理前水質；吊修廢液過濾器並通過效率試驗，增進廢液處理效率，藉以改善處理後水質並提高設備可用率，維持放射性廢液處理系統穩定、減少放射性廢棄物及確保處理設施安全運轉。
- (四)本年度固化廢棄物 61 桶(年目標 80 桶)、廢粒狀樹脂 341(年目標 480 桶)、乾性廢棄物 873 桶(年目標 890 桶)。
- (五)核二廠已於 111 年 12 月 26 日將 1 號低貯庫之各類廢棄物全數搬空，並規劃於核二廠除役期間繼續使用，故於 111 年 12 月 30 日檢陳「核二廠一號廢棄物貯存庫除役期間運轉安全評估報告」向大局申請核備，俟大局同意核備後，擬修訂「1 號低放射性廢棄物貯存庫清理作業計畫」，進行其貯存區除污及地面重新塗裝。若未能獲同意核備，則將依續「1 號低放射性廢棄物貯存庫清理作業計畫」，於 114 年 12 月底完成清理作業。
- (六)持續以 HPCC 檢整重裝劣化固化桶，截至 111 年 12 月 31 日止，已累計重裝 2,505 桶(含 94 桶試作桶)，將來可直接送往最終處置場進行處置。
- (七)大修期間確實執行乾性廢棄物減量計畫，於廠內各部門全力配合、廢料處理組不定期至現場巡查及輔導承攬商落實減廢作業。
- (八)加強分類及篩選適合除污之廢金屬，並提昇除污效率，使全年除污合格之廢金屬共計 28,777 公斤，換算共抑減 144 桶可壓廢棄物。上述之除污廢金屬合

格標準：輻射強度 $\leq 1\mu\text{Sv/h}$ ，附著性污染程度 $2\text{ Bq}/100\text{ cm}^2$ ，比活度 $\leq 300\text{ Bq}/$ 公斤、總活度 $\leq 330\text{ Bq}$ 時，可運送至 37 號倉庫貯存。

(九) 111 年焚化爐焚化處理計 209.3 公噸(其中核一廠 144.1 公噸、核二廠 65.2 公噸)，共產生爐灰量 18.59 公噸，其減重比為 11.25。111 年超高壓壓縮機處理量計 220 桶(包含爐灰桶 212 桶、一般可壓桶 8 桶)，壓縮後共產生 109 桶 55 加侖套桶，其中爐灰套桶 106 桶(減容比 2:1)，一般可壓套桶 3 桶(減容比約 3:1)。

附表一：核二廠 111 年廢液處理系統分析年報表

年/月	廢液飼入量(加侖)	廢液排放量(加侖)		
111/1	596,771	265,467		
111/2	776,762	206,673		
111/3	1,613,346	447,808		
111/4	1,460,283	301,566		
111/5	942,869	711,417		
110/6	962,233	755,987		
111/7	850,878	626,056		
111/8	960,666	505,778		
111/9	804,295	419,241		
111/10	747,722	422,652		
111/11	709,884	356,469		
111/12	743,935	219,275		
111 年總量	11,169,644	5,238,389		
111 年日平均飼入量	30,602			
放射性廢液處理系統飼入來源		水量(GPD)	百分比	百分比
低導電率	集水池	11,258	36.79%	79.97%
	抑壓池排釋	833	2.72%	
	廢料過濾器逆洗	137	0.45%	
	爐水過濾器逆洗	153	0.50%	
	系統洩水	9,316	30.44%	
	除礦器逆洗	2,776	9.07%	
高導電率	除礦器逆洗	3,777	12.34%	20.03%
	廢料廠房集水池	2,351	7.68%	
廢液排放來源	排放水量	百分比	分裂與活化產物排放活度(MBq)	氚排放活度(MBq)
雜項廢液處理系統	4,386,753	83.74%	107.7	251,274
放射性廢液處理系統	0	0%	0	0
清潔劑廢液處理系統	853,406	16.26%	143.7	654
總計	5,238,389	100%	251.4	251,928

附表二：核二廠 111 年放射性廢水各排放口年統計表

排放點	雜項廢液處理系統	清潔劑廢液處理系統	放射性廢液處理系統	總計
一、分裂及活化產物				
Co-58	<MDA	1.27E+05	0.00E+00	1.27E+05
Co-60	1.16E+07	3.70E+07	0.00E+00	4.86E+07
Cr-51	9.43E+05	1.12E+07	0.00E+00	1.21E+07
Cs-134	<MDA	<MDA	0.00E+00	<MDA
Cs-137	<MDA	6.06E+06	0.00E+00	6.06E+06
Cs-138	<MDA	<MDA	0.00E+00	<MDA
Fe-55	6.58E+07	4.12E+07	0.00E+00	1.07E+08
Fe-59	6.80E+05	1.23E+06	0.00E+00	1.91E+06
I-131	<MDA	<MDA	0.00E+00	<MDA
I-133	<MDA	<MDA	0.00E+00	<MDA
La-140	<MDA	<MDA	0.00E+00	<MDA
Mn-54	2.86E+07	4.69E+07	0.00E+00	7.56E+07
Nb-95	<MDA	<MDA	0.00E+00	<MDA
Np-239	<MDA	<MDA	0.00E+00	<MDA
Sr-89	<MDA	<MDA	0.00E+00	<MDA
Sr-90	<MDA	<MDA	0.00E+00	<MDA
Zn-65	<MDA	<MDA	0.00E+00	<MDA
總活度 (Bq)	1.08E+08	1.44E+08	0.00E+00	2.51E+08
二、溶解及懸浮氣體				
Xe-133	<MDA	<MDA	0.00E+00	<MDA
Xe-135	<MDA	<MDA	0.00E+00	<MDA
總活度 (Bq)	<MDA	<MDA	0.00E+00	<MDA
三、氫				
H-3	2.51E+11	6.54E+08	0.00E+00	2.52E+11

附表三：核二廠 111 年低放射性固體廢棄物產生量統計表

廢棄物種類		主要核種	數量 (桶)	111 年度 活度總計 (MBq)	備註
濕 性 廢 棄 物	廢粒狀樹脂	Cr-51、Mn-54、 Co-58、Fe-59、 Co-60、Zn-65、 Ag-110m、 Cs-134、Cs-137	341 桶	5.00E+06	脫水裝桶 暫存
	爐水淨化殘渣	Cr-51、Mn-54、 Co-58、Fe-59、 Co-60、Cs-134、 Cs-137	61 桶	1.95E+07	
	廢液淨化殘渣		0 桶		
	濃縮廢棄物		0 桶		
乾 性 廢 棄 物	可燃廢棄物		431 桶		
	可壓廢棄物		314 桶		
	廢油		34 桶		
	保溫材		92 桶		
	爐心元件		2 桶		
乾性廢棄物合計			873 桶		

附表四：核二廠 111 年 HPCC 檢整作業產生量統計表

作業種類	主要核種	數量	111 年度 活度總計 (MBq)	備註
HPCC 檢整	Mn-54、Co-60、 Cs-134、Cs-137	421	4.03E+01	整桶 MCA
總 計		421	4.03E+01	

附表五：核二廠 111 年低放射性廢棄物貯存設施進、出料量及貯存量統計表

單位：桶

類別 設施		固化	粒狀樹	可燃	可壓	廢油	保溫材	爐心	壓縮	固化	合計	備註
		廢棄物	脂	廢棄物	廢棄物					(柏油)		
1 號 低貯庫	去年量	0	0	507	460	65	0	0	0	0	1,032	廢棄物桶 全數搬空
	進料	0	0	554	254	5	119	0	0	0	932	
	出料	0	0	1,061	714	70	119	0	0	0	1,964	
	現存量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2 號 低貯庫	去年量	13,193	11,244	533	564	0	2,859	158	4,605	249	33,405	
	進料	627	338	153	20	0	0	2	62	0	1,202	
	出料	652	6	0	0	0	0	0	61	0	719	
	現存量	13,168	11,576	686	584	0	2,859	160	4,606	249	33,888	
3 號 低貯庫	去年量	13,646	0	470	616	526	5,119	0	3,295		23,672	固化 廢棄物含 HPCC 2,505
	進料	662	6	418	729	90	99	0	126	0	2,130	
	出料	566	0	243	0	1	0	0	36	0	846	
	現存量	13,742	6	645	1,345	615	5,218	0	3,385	0	24,956	
低放射 性廢棄 物壕溝	去年量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	進料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	出料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	現存量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
廢料廠 房暫存 區	去年量	10	0	41	76	18	17	0	0	0	162	
	進料	61	341	330	75	34	64	0	0	0	905	
	出料	71	338	309	57	28	71	0	0	0	874	
	現存量	0	3	62	94	24	10	0	0	0	193	
去年總量		26,849	11,244	1,551	1,716	609	7,995	158	7,900	249	58,271	
現存總量		26,910	11,585	1,393	2,023	639	8,087	160	7,991	249	59,037	

註：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

附表六：核二廠歷年低放射性廢棄物桶檢整統計表

年度	檢整數量/桶 (以 HPCC 重裝)
103	94(試作桶)
107	354
108	441
109	399
110	796
111	421
總計	2,505

圖 1：核二廠放射性廢水排放口監測位置圖

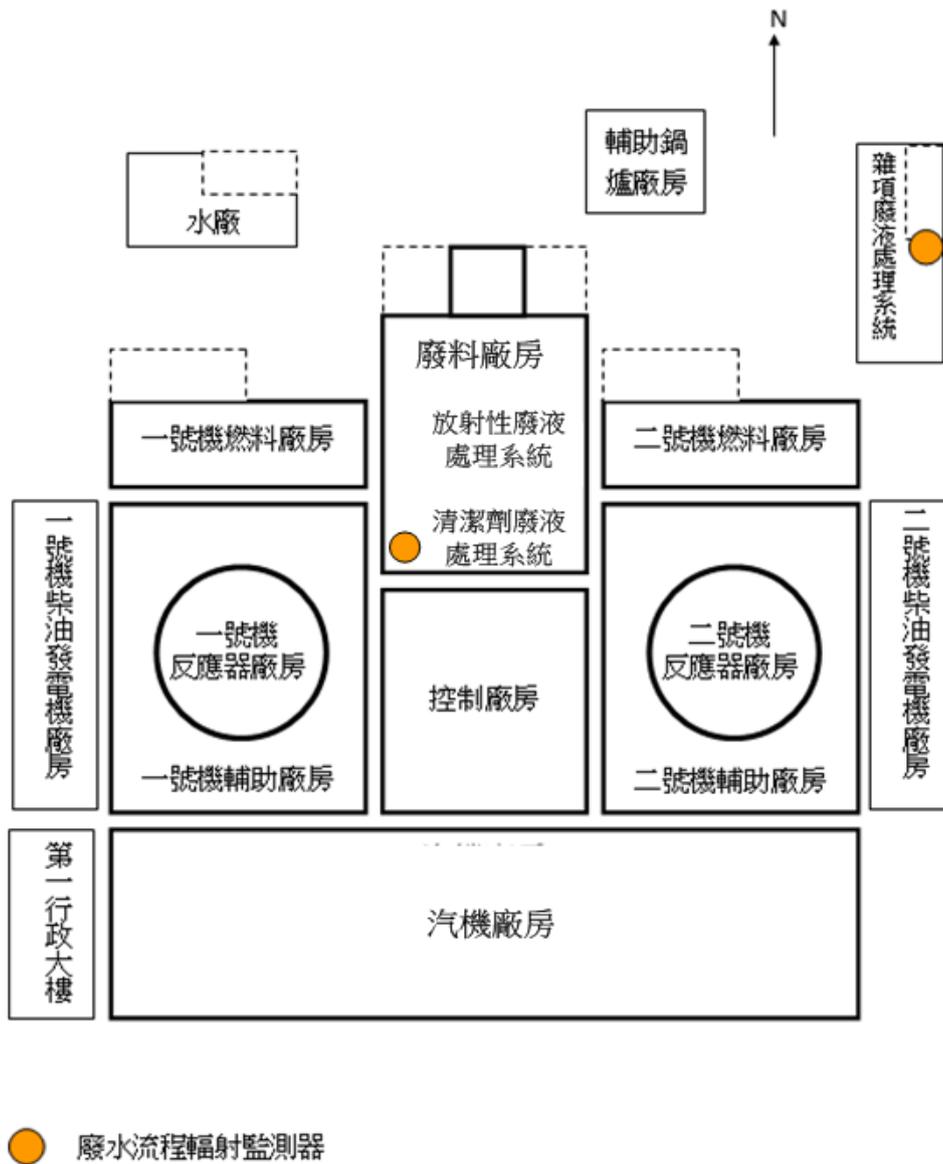
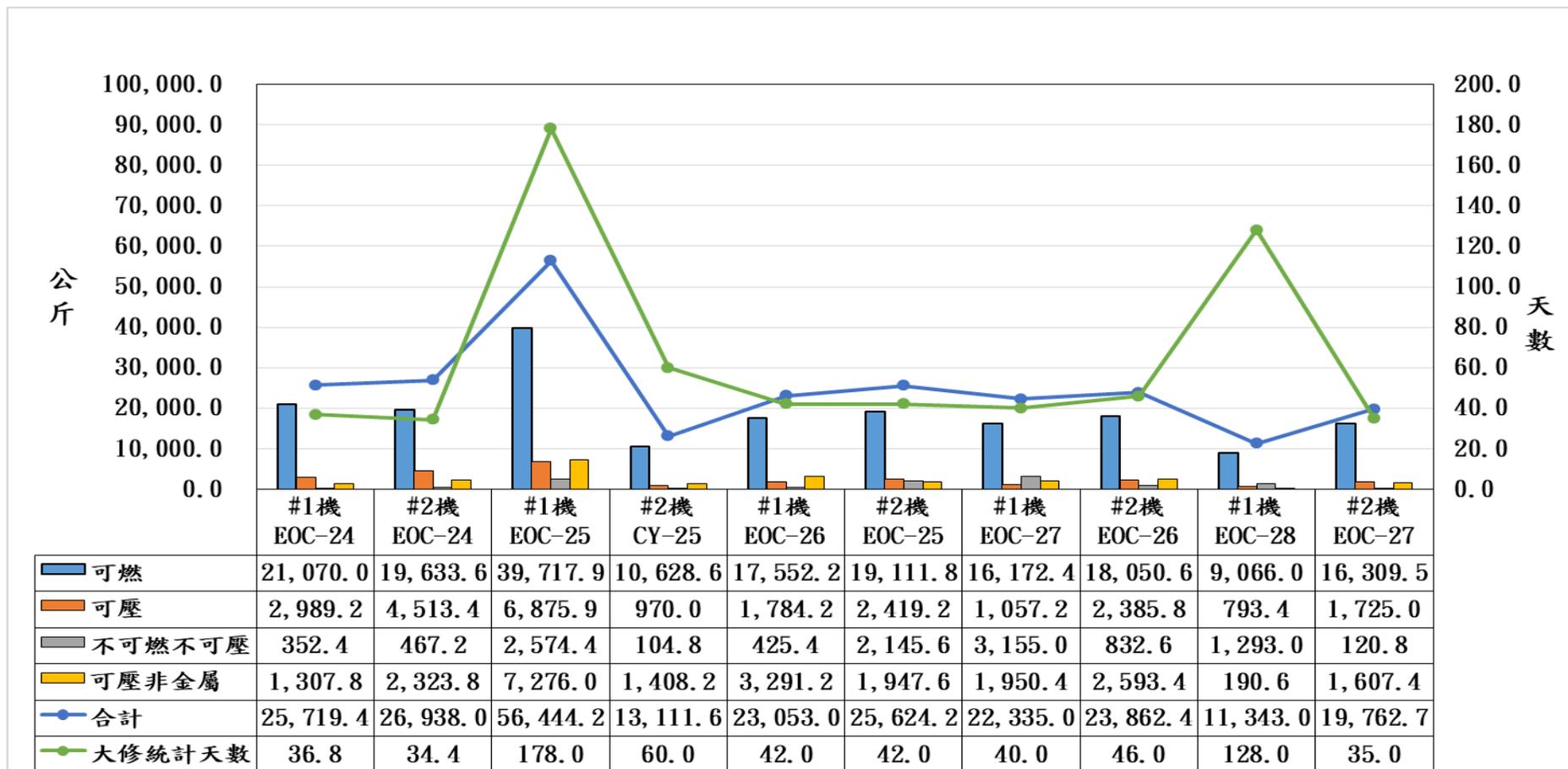


圖 2：近十次大修之乾性廢棄物產量統計圖



- 註：1. 「可壓」已扣除可放行或外釋廢棄物(除污合格)。
 2. 「不可燃不可壓」如廢土、砂、石、磚、電纜及其他廢棄物等。
 3. 「可壓非金屬」如保溫棉材及其他廢棄物等。