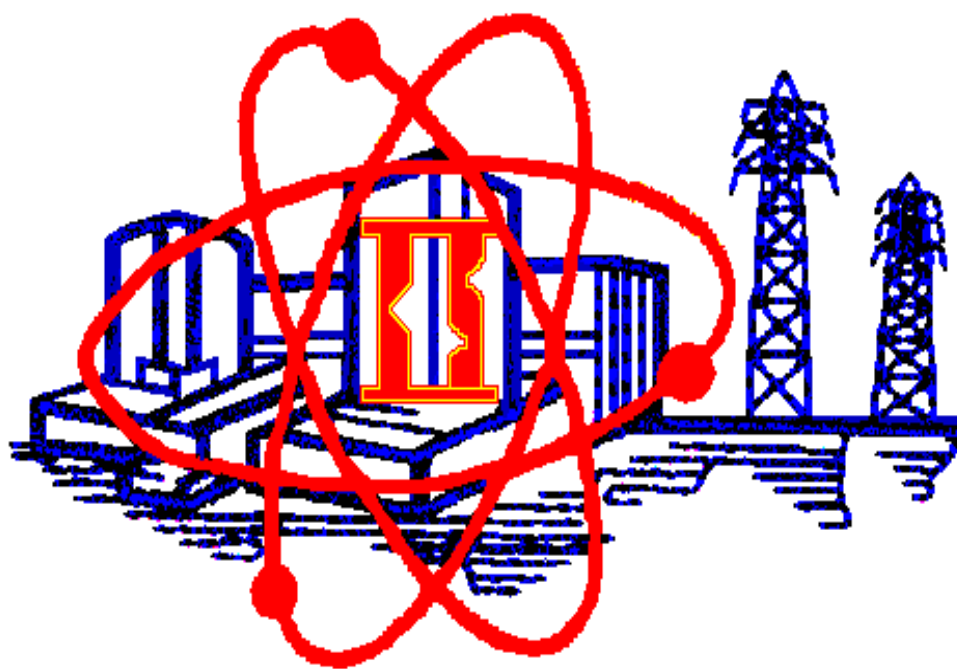


# 核二廠 109 年 放射性物質排放年報



中華民國 110 年 3 月



## 摘 要

台電公司依核子反應器設施管制法第十條、核子反應器設施管制法施行細則第七條及游離輻射防護法施行細則第三條規定，核子反應器設施經營者應定期檢送放射性廢氣及廢水之排放資料，送主管機關審查。

核二廠109年放射性氣體及液體排放造成廠外民眾之劑量均遠低於設計限值，分述如下：核二廠1號機及2號機惰性氣體排放造成關鍵群體有效劑量分別為3.97E+00微西弗及2.86E-02微西弗，若排除無人口居住之方位，最大有效劑量分別為2.48E+00微西弗及9.00E-03微西弗；放射性碘、氬及微粒等廢氣排放造成關鍵群體器官等價劑量則分別為7.72E+00微西弗及3.30E-01微西弗，若排除無人口居住之方位，最大器官等價劑量分別為4.96E+00微西弗及1.48E-01微西弗。1、2號機放射性廢水排放造成關鍵群體有效劑量總計為1.24E-01微西弗，關鍵群體器官等價劑量總計則為1.62E-01微西弗。

核二廠109年放射性物質排放與設計限值比如下：

劑量 排放別	關鍵群體有效劑量(μSv)			關鍵群體器官等價劑量(μSv)		
	劑量 a	法規 設計限值 b	估限值比 a/b	劑量 c	法規 設計限值 d	估限值比 c/d
廢氣 (I)	3.97E+00	50	7.94E-02	7.72E+00	150	5.15E-02
廢氣(II)	2.86E-02	50	5.72E-04	3.30E-01	150	2.20E-03
廢水*	1.24E-01	60	2.07E-03	1.62E-01	200	8.10E-04

註 I：1號機

II：2號機

\*為兩部機造成之劑量

## ABSTRACT

According to the Article 10 of 「Nuclear Reactor Facilities Regulation Act」, the Article 7 of 「Enforcement Rules for the Implementation of Nuclear Reactor Facilities Regulation Act」, and the Article 3 of 「Enforcement Rules for the Ionizing Radiation Protection Act」, Taiwan Power Company should regularly submit the radioactive gaseous and liquid effluents reports to the competent authority for review.

For this year, all calculated doses at site boundary in 2020 are significantly lower than the designed limits, they are listed as following: the effective doses of critical group due to noble gases released in gaseous effluents from unit 1 and unit 2 are 3.97E+00  $\mu\text{Sv}$  and 2.86E-02  $\mu\text{Sv}$ . If the locations of uninhabited areas are ruled out, the maximum effective doses from unit 1 and unit 2 are 2.48E-00 $\mu\text{Sv}$  and 9.00E-03  $\mu\text{Sv}$ . The equivalent doses of critical group due to iodine, particulate and tritium which released in gaseous effluents from unit 1 and unit 2 are 7.72E+00  $\mu\text{Sv}$  and 3.30E-01 $\mu\text{Sv}$ . If the locations of uninhabited areas are ruled out, the maximum equivalent doses from unit 1 and unit 2 are 4.96E+00 $\mu\text{Sv}$  and 1.48E-01  $\mu\text{Sv}$ . In addition, the total effective dose of critical group due to liquid effluents released from two units is 1.24E-01  $\mu\text{Sv}$ , the total equivalent dose due to liquid effluents released from two units is 1.62E-01 $\mu\text{Sv}$ .

Dose Item	Effective Dose ( $\mu\text{Sv}$ )			Equivalent Dose ( $\mu\text{Sv}$ )		
	Dose a	Designed Limits b	Ratio a/b	Dose c	Designed Limits d	Ratio c/d
Gaseous ( I )	3.97E+00	50	7.94E-02	7.72E+00	150	5.15E-02
Gaseous ( II )	2.86E-02	50	5.72E-04	3.30E-01	150	2.20E-03
Liquid*	1.24E-01	60	2.07E-03	1.62E-01	200	8.10E-04

I : unit 1

II : unit 2

\*: two units

## 目 錄

	頁次
1.0 前言	1
2.0 放射性物質排放源	3
3.0 放射性物質排放監測	4
4.0 放射性物質排放量監測結果	6
5.0 劑量評估	7
6.0 環境輻射監測結果檢討	9
7.0 特殊狀況統計	9
8.0 合理抑低(ALARA)措施	10
9.0 結論	11
附圖	12
附表	21
附錄一 減容中心 109 年放射性物質排放年報	
附錄二 109 年氣象資料摘要	
附錄三 民眾劑量評估使用量因子	

## 圖 次

		頁次
圖 1	放射性廢氣排放口設施位置圖	12
圖 2	放射性廢水排放口設施位置圖	13
圖 3	核二廠廠區廠房位置圖	14
圖 4	放射性廢氣排放口監測位置圖	15
圖 5	放射性廢水排放口監測位置圖	16
圖 6	歷年放射性廢氣排放活度趨勢圖	17
圖 7	歷年放射性廢水排放活度趨勢圖	17
圖 8	109年1號機放射性廢氣排放活度統計圖	18
圖 9	109年2號機放射性廢氣排放活度統計圖	18
圖 10	109年放射性廢水排放活度統計圖	19
圖 11	歷年放射性廢氣排放造成關鍵群體有效劑量趨勢圖	19
圖 12	歷年放射性廢水排放造成關鍵群體有效劑量趨勢圖	20

## 表 次

	頁次
表 1 1號機機組停機狀況摘要	21
表 2 2號機機組停機狀況摘要	21
表 3 各廢氣排放監測儀器性能表	22
表 4 各廢水排放監測儀器性能表	23
表 5 放射性廢水排放設定值與海水循環泵(CWP)起動台數對照表	24
表 6 歷年放射性廢氣排放統計表	25
表 7 歷年放射性廢水排放統計表	27
表 8 109年1號機放射性廢氣排放月統計表	29
表 9 109年2號機放射性廢氣排放月統計表	30
表 10 109年1號機放射性廢氣各排放口年統計表	31
表 11 109年2號機放射性廢氣各排放口年統計表	32
表 12 109年放射性廢氣排放年統計表	33
表 13 109年放射性廢水排放月統計表	35
表 14 109年放射性廢水排放年統計表	36
表 15 109年放射性廢氣排放造成關鍵群體有效劑量	37
表 16 109年放射性廢氣排放造成關鍵群體器官等價劑量	38
表 17 109年放射性廢氣排放造成廠外民眾集體劑量	39
表 18 109年放射性廢水排放造成關鍵群體有效劑量暨器官等價劑量	40
表 19 109年放射性廢水排放造成廠外民眾集體劑量	40
表 20 歷年放射性廢氣排放造成關鍵群體有效劑量	41
表 21 歷年放射性廢水排放造成關鍵群體有效劑量	43

## 1.0 前言

核能電廠在營運發電過程中，不可避免地會排放微量之放射性物質，因此核二廠在設計階段即以「合理抑低排放」為原則，設計放射性廢氣、廢水處理系統，有效降低放射性物質排放量。在運轉階段，則遵照行政院原子能委員會訂定之相關法規及核二廠排放管制程序書，使機組運轉對廠外的輻射影響減至最低程度，以達成兼顧「安全運轉」和「環境保護」之目的。

為確保核二廠排放至環境之廢氣及廢水的放射性核種濃度符合游離輻射防護安全標準，因此對於排放之廢氣及廢水均予以取樣、分析、記錄與統計，並於各排放口設置具有警報功能之流程輻射監測器，以確實掌握放射性廢氣、廢水的實際排放濃度。另依廢氣及廢水排放實績，利用計算模式進行關鍵群體之輻射劑量評估，以證明放射性廢氣、廢水排放造成之廠外民眾輻射劑量均遠低於法規限值。

### 1.1 法規要求

有關放射性廢氣、廢水排放管制之相關法規如下：

- 1.1.1 核子反應器設施管制法
- 1.1.2 游離輻射防護法
- 1.1.3 放射性物料管理法
- 1.1.4 核子反應器設施管制法施行細則
- 1.1.5 游離輻射防護法施行細則
- 1.1.6 放射性物料管理法施行細則
- 1.1.7 游離輻射防護安全標準
- 1.1.8 核能電廠環境輻射劑量設計規範
- 1.1.9 核能電廠放射性物質排放管理規範

依據行政院原子能委員會於民國 79 年 1 月 8 日會輻字第 0183 號函發布之核能電廠環境輻射劑量設計規範，核能電廠運轉產生之放射性物質外釋，造成廠外民眾劑量須符合下列規定：



### (1) 放射性廢氣排放

#### 【惰性氣體】

惰性氣體造成廠界任一民眾有效劑量不超過 50 微西弗/年/機組，空氣中加馬輻射劑量值不超過 100 微戈雷/年/機組，且貝他輻射劑量值不超過 200 微戈雷/年/機組。

#### 【碘、氙及微粒】

碘、氙及微粒（半化期超過 8 天者）造成廠界任一民眾器官等價劑量不超過 150 微西弗/年/機組。

### (2) 放射性廢水排放

放射性廢水排放造成任一民眾有效劑量不超過 30 微西弗/年/機組，任一民眾器官等價劑量不超過 100 微西弗/年/機組。

### (3) 劑量限制

任一日曆季劑量的限制，為(1)及(2)兩節所述年劑量限值的一半。

## 1.2 機組營運狀況：

綜合 109 年核二廠兩部機運轉績效，檢討說明如下：

1.2.1 1 號機全年發電 76.15649 億度，2 號機全年發電 78.40562 億度，兩部機共發電 154.56211 億度，供電 149.63473 億度。

1.2.2 全年工作人員集體有效劑量為 3,515.60 人毫西弗，低於年度目標值 4,013.4 人毫西弗。

1.2.3 本年度 1 號機受 105 年度 1 根燃料護套受損之殘餘效應影響，平均每月放射性廢氣排放活度略高，但仍低於每月行政監視值；2 號機放射性廢氣排放活度於正常變動範圍。

## 1.3 機組停機狀況

全年度之停機檢修時段，如表 1、表 2 所示。

## 2.0 放射性物質排放源

### 2.1 放射性廢氣排放源

核二廠放射性廢氣的來源，包括發電過程中產生的廢氣及廠房通風系統的排氣兩大部份。系統廢氣主要為冷凝器中之不凝結氣體，經活性碳床吸附、滯留及高效率過濾器處理後，自廢料廠房屋頂排放口排放至大氣；廠房通風系統排氣則是指各廠房，如反應器廠房、輔助廠房、汽機廠房、廢料廠房所屬獨立通風系統之排氣。各廢氣排放口分別設置於建物的屋頂或側邊，皆在流程輻射監測器管制監測下排放。

#### 2.1.1 每部機組之廢氣排放源

1. 系統廢氣 (offgas) 排氣 (源自蒸汽中的不凝結氣體)
2. 反應器廠房(圍阻體)正常排氣
3. 輔助廠房通風排氣
4. 汽機廠房汽水分離再熱器 B 室通風排氣
5. 汽機廠房汽機密閉區(含機械真空泵、格蘭軸封蒸汽冷凝器之排氣及汽機廠房汽水分離再熱器 A 室通風排氣)排氣。

#### 2.1.2 兩部機共用之廢氣排放源

兩部機共用之廢氣排放源僅有 1 個，為廢料廠房通風排氣。

#### 2.1.3 「減容中心」焚化爐廢氣處理系統

1. 焚化爐排氣
2. 焚化爐廠房排氣
3. 超高壓壓縮機廠房排氣

綜合上述，全廠現設有 14 個放射性廢氣排放口，其中焚化爐廢氣處理系統 3 個排放口位於減容中心內，相關內容皆另述於附錄一，其餘 11 個排放口位置如圖 1 所示。

## 2.2 放射性廢水排放源

核二廠兩部機是以共用之放射性廢液儲存處理系統、雜項廢液處理系統，以及清潔劑廢液系統，處理發電及洗衣過程產生之廢水。放射性廢水之來源有設備洩水、地面洩水、雜項廢水、減容中心廢水、人員及防護衣洗滌廢水及化學廢水等。

2.2.1 核二廠之放射性廢液儲存處理系統及清潔劑廢液系統為兩部機共用，其排放口現有兩條排放路徑可供選擇，正常運轉時由 2 號機海水渠道排放，大修時則改由非大修機組之海水渠道排放。

### 2.2.2 雜項廢液處理系統

雜項廢液處理系統為兩部機共用，現有兩個排放路徑可供選擇，正常運轉時由 1 號機海水渠道排放，大修時則改由非大修機組之海水渠道排放。

綜合以上所述，全廠目前共用兩個放射性廢水排放源，其位置如圖 2 所示，每個排放源各有兩條排放路徑（其中 1 條為備用）。

## 2.3 廠房位置

核二廠廠房佈置採雙併式，控制室、廢料廠房以及部分系統和結構為兩部機所共用，其他部份則各自獨立。廠房位置如圖 3 所示。

## 3.0 放射性物質排放監測

### 3.1 放射性廢氣和廢水排放監測儀器性能分析

核二廠放射性廢氣排放口均裝置有流程輻射監測器，以執行線上連續監測。廢氣排放活度若達到警報值時，則依據程序書規定採取對應管制行動。各廢氣排放口均設有取樣器，用以進行碘、分裂及活化氣體、微粒以及氫等放射性核種之定期取樣、分析與記錄，以統計排放量及管制排放安全。

核二廠放射性廢水排放均以批次排放方式執行管制。每批次排放前依規定進行取樣分析及計算排放廢水混合循環海水後之放射性濃度，經確認符合游離輻射防護安全標準之排放物濃度規定後，始能於流程輻射監測器監控下排放。放射性廢水排放時，流程輻射監測器若達到警報設定值，監測儀器將自動關閉排放通路之電動隔離閥，以中止排放作業，確保符合法規和環境保護之規定。上述各放射性廢氣和廢水排放之監測儀器性能，詳如表 3、表 4 及表 5 所示。

### 3.2 放射性廢氣排放監測

#### 3.2.1 每部機組之廢氣排放監測

1. 系統廢氣 (offgas) 排氣監測器
2. 反應器廠房(圍阻體)正常排氣監測器
3. 輔助廠房通風排氣監測器
4. 汽機廠房汽水分離再熱器 B 室通風排氣監測器
5. 汽機廠房汽機密閉區(含機械真空泵、格蘭軸封蒸汽冷凝器之排氣及汽機廠房汽水分離再熱器 A 室通風排氣)排氣監測器。

#### 3.2.2 兩部機共用之廢氣排放監測

兩部機共用之廢氣排放監測為廢料廠房通風排氣監測器。

本年度放射性廢氣監測器無異動，以上各監測器位置如圖 4 所示。

#### 3.2.3 「減容中心」焚化爐廢氣處理系統

另見附錄一。

### 3.3 放射性廢水排放監測

#### 3.3.1 放射性廢液儲存處理系統／清潔劑廢液系統排放監測器

放射性廢液儲存處理系統及清潔劑廢液系統之廢水排放，係共用一個排放監測器。

### 3.3.2 雜項廢液處理系統排放監測器

雜項廢液處理系統設有一個排放監測器。

本年度無新增放射性廢水排放監測器，以上各監測器位置如圖 5 所示。

## 4.0 放射性物質排放量監測結果

### 4.1 歷年放射性廢氣排放活度統計

各年度之放射性廢氣排放量雖有高低變化，大致上均在正常變動範圍內，歷年放射性廢氣排放活度統計及趨勢，如表 6 及圖 6 所示。

### 4.2 歷年放射性廢水排放活度統計

由於大修期間防護衣採用乾洗方式洗滌，加上嚴格管制污染作業、提昇工作人員輻防觀念、丟棄污染過高之防護衣，以及大修工期合理化等措施，使分裂及活化產物之放射性廢水排放活度呈現抑減趨勢，歷年放射性廢水排放活度統計趨勢，如表 7、圖 7 所示。

### 4.3 109 年放射性廢氣排放活度統計

109 年度 1 號機之平均每月廢氣排放活度較以往略高，主要係受到 1 號機 1 根燃料棒護套受損之殘餘效應影響所致。另外 1 號機於 2 月 20 日大修初期機組降載停機時，汽機密閉區放射性氣體輻射監測器(PRM)1T-61 出現警報，本報告已納入前述警報期間之放射性核種排放活度；2 號機放射性廢氣排放活度為正常變動範圍。本年度放射性廢氣排放活度統計詳如表 8 至表 12，及圖 8、圖 9 所示。

### 4.4 109 年放射性廢水排放活度統計

109 年放射性廢水排放活度在正常變動範圍內，本年度放射性廢水排放活度統計如表 13、表 14；分裂及活化核種、懸浮及溶解性氣體與氫等各類排放核種排放活度趨勢如圖 10 所示。

## 5.0 劑量評估

5.1 109 年放射性廢氣、廢水排放造成之關鍵群體有效劑量評估主要係依據行政院原子能委員會於民國 79 年 1 月 8 日會輻字第 0183 號函發布之核能電廠環境輻射劑量設計規範要求，分別對放射性廢氣及廢水排放途徑影響的兩個關鍵群體進行輻射劑量評估。

### 5.2 放射性廢氣排放途徑影響之群體

5.2.1 依核二廠全年氣象資料（如附錄二），利用美國核管會認可之大氣擴散程式（XOQDOQ-82）計算放射性廢氣排放後，經由大氣擴散至環境中的空氣及地面沈積濃度分佈。

5.2.2 依 107 年獲核備之台灣南北部居民生活環境與飲食習慣調查報告，雖廠界附近 N、NNE、NE 等方位無居民居住，並依據原能會 107 年 1 月 30 日會輻字第 1070001381 號函，自 107 年度起保守考量將十六方位皆納入評估。因當地並無生產鮮奶之牧場，故剔除攝食奶類之曝露途徑，選擇直接曝露、地表輻射、呼吸、農作物及肉類食用等符合當地居民生活習慣之關鍵曝露途徑進行輻射劑量評估。

5.2.3 以調查結果第 97.5 百分位值為關鍵群體之使用量因子，而以調查結果的平均值為評估集體劑量之使用量因子。另亦考量當地農牧產物產銷情形對上述使用量因子予以適當修正，如附錄三中表 1 所示。

5.2.4 依本年度放射性廢氣排放實績，利用本公司委託核能研究所發展之廢氣排放劑量評估程式（GASWIN）計算各方位空氣及地面沈積濃度最大位置之各年齡群經由各關鍵曝露途徑的劑量貢獻總和，並取其數值最大者為假設性關鍵群體之年輻射劑量。

5.2.5 依評估結果，核二廠 1、2 號機 109 年放射性惰性氣體排

放途徑影響之假設性關鍵群體均落於北方廠界附近，1、2 號機惰性氣體造成關鍵群體之有效劑量分別為  $3.97\text{E}+00$  微西弗、 $2.86\text{E}-02$  微西弗，若排除無人口居住之方位，1、2 號機惰性氣體造成最大有效劑量分別為  $2.48\text{E}+00$  微西弗（西南方）與  $9.00\text{E}-03$  微西弗（北北西方）。另 1、2 號機 109 年放射性碘、氬及微粒等廢氣排放途徑影響之假設性關鍵群體均落於北方廠界附近，造成之關鍵群體器官等價劑量分別為  $7.72\text{E}+00$  微西弗、 $3.30\text{E}-01$  微西弗，若排除無人口居住之方位，最大器官等價劑量分別為  $4.96\text{E}+00$  微西弗（西南西方）、 $1.48\text{E}-01$  微西弗（西南西方），遠低於「核能電廠環境輻射劑量設計規範」之法規設計限值，詳如表 15、表 16。

5.2.6 另 109 年 1、2 號機放射性廢氣排放造成半徑 50 公里範圍內之民眾集體有效劑量分別為  $4.91\text{E}-03$  人西弗、 $1.14\text{E}-03$  人西弗，民眾集體器官等價劑量分別為  $2.09\text{E}-02$  人西弗、 $1.55\text{E}-03$  人西弗，詳如表 17 所示。

### 5.3 放射性廢水排放途徑影響之群體

5.3.1 由於核二廠放射性廢水係排放至大海，與農田灌溉與飲水水源無關，且依 107 年獲核備之台灣北部居民生活環境與飲食習慣調查報告，選擇攝食魚類、無脊椎類與海藻，以及沙灘遊憩、游泳與划船等直接曝露等符合當地居民生活飲食習慣之關鍵曝露途徑進行輻射劑量評估。

5.3.2 以調查結果第 97.5 百分位值為關鍵群體之使用量因子，而以調查結果的平均值為評估集體劑量之使用量因子。另亦考量當地漁獲產銷情形對上述使用量因子予以適當修正，如附錄三中表 2 所示。

5.3.3 依本年放射性廢水排放實績，利用本公司委託核能研究所發展之廢水排放劑量評估程式 LQWIN，保守計算出水

口位置各年齡群經由各可能關鍵曝露途徑的劑量貢獻總和，並取其數值最大者為假設性關鍵群體之年輻射劑量。

5.3.4 依評估結果，核二廠 109 年放射性廢水排放途徑之假設性關鍵群體位於出水口附近，兩部機放射性廢水排放造成之關鍵群體有效劑量及器官等價劑量分別為  $1.24\text{E-}01$  微西弗、 $1.62\text{E-}01$  微西弗，均遠低於「核能電廠環境輻射劑量設計規範」之法規設計限值，詳如表 18。

5.3.5 另 109 年兩部機放射性廢水排放造成之民眾集體有效劑量合計為  $1.18\text{E-}03$  人西弗，民眾集體器官等價劑量合計為  $3.43\text{E-}03$  人西弗，詳如表 19。

5.4 歷年核二廠放射性廢氣、廢水排放造成之關鍵群體有效劑量如表 20、21 及圖 11、12 所示，均遠低於法規設計限值。

## 6.0 環境輻射監測結果檢討

本年度環測取樣分析結果均遠低於「環境試樣放射性分析之預警措施基準」之調查基準，並無出現異常情形。各項監測值依「環境輻射監測規範」之附件四「體外及體內劑量評估方法」，核二廠本年度運轉期間造成廠外民眾之劑量未達評估標準(小於  $1.00\text{E-}03$  毫西弗/年/廠)，遠低於核能電廠環境輻射劑量設計規範之限值 ( $5.00\text{E-}01$  毫西弗/年/廠)。

## 7.0 特殊狀況統計

### 7.1 廢氣排放

核二廠 1 號機於 2 月 20 日大修初期機組降載停機時，汽機密閉區放射性氣體輻射監測器(PRM)1T-61 出現警報，經評估警報期間造成之民眾劑量均遠低於核能電廠環境輻射劑量設計規範之設計限值，台電公司已按規定通報行政院原子能委員會。



## 7.2 廢水排放

本年度並無取樣槽廢水排放。

## 8.0 合理抑低(ALARA)措施

核二廠採取各項措施來抑低廢水、廢氣排放量，所採行合理抑低(ALARA)措施說明如下：

- 8.1 汽水分離再熱器“A”室通風排放口停用，其排氣併入具有過濾設備之汽機密封區通風系統排放，以降低對廠外民眾影響。
- 8.2 定期檢測活性碳床濕度，當濕度超過 2%時即進行除濕，提高其吸附效率，降低系統廢氣排放活度。
- 8.3 嚴格管制化學品有機溶劑之使用，降低總有機碳(TOC)污染源，以減輕廢水回收處理系統的負擔。
- 8.4 定期持續執行清槽，將槽內殘渣清除以減少 TOC 之累積。
- 8.5 將部份 HVAC 凝結水，由原先進入廢液回收系統，改導入含油廢液系統或洗衣廢水槽中，以有效降低廢液回收系統中 TOC 含量，避免廢水因 TOC 偏高，而無法回收增加廢水排放。
- 8.6 加強設備檢修洩水／油之管制，並要求維護部門在檢修機件設備前，鋪設吸油毯或使用盛油盤，以防廢油污染廢液處理系統。若廠房系統發生洩漏水／油時，採取立刻處理方式，以避免影響層面擴大，而增加廢水排放量。
- 8.7 每批次廢水排放前均先審核，若廢水放射性濃度偏高，即以再循環過濾，以降低每批次廢水排放活度。
- 8.8 大修期間，洗衣廢水排放槽於排放前，均先以移動式處理系統過濾，降低每批次廢水排放活度。
- 8.9 成立「大修洩／補水管理小組」，規劃儲水空間之調配，以避免因儲水空間不足，而造成不必要之排放。
- 8.10 大修期間，以不同顏色之洩水管及地面洩水孔蓋來辨別所承接之廢水是否含放射性，以避免因錯接管路，而增加排放。

8.11 對於洗衣房廢水排放活度制定抑減策略，於大修期間將洗衣廢水抑減。方法即以高污染區加強除污，橡膠套鞋重覆使用等措施，降低大修維護工作之防護裝備放射性活度。並持續對所有廠房抑減污染面積、高污染防護衣暫存待其衰減後再予以處理、全面將棉質防護裝備採用乾洗衣機清洗，以減少清洗衣物之水量，進而抑減放射性廢水排放活度。

## 9.0 結論

核二廠 109 年度放射性物質外釋作業，皆依據運轉規範及程序書之規定，執行精確記錄、嚴格管制及嚴密監測作業。

本年度放射性廢氣排放受 1 號機燃料護套受損之殘餘效應影響，排放總活度略有偏高，但全年放射性廢氣排放實績評估結果仍遠低於核能電廠環境輻射劑量設計之法規設計限值。另放射性廢水排放造成之關鍵群體有效劑量，亦遠低於核能電廠環境輻射設計規範之法規設計限值。

本公司「放射試驗室」全年環境輻射偵測報告結果顯示，無論是直接輻射、空氣微粒、水樣、生物樣或是累積試樣，各試樣之計測結果均低於行政院原能會訂定之「環境試樣放射性分析之預警措施基準」之調查基準。

綜合上述，本年度核二廠營運並未對廠外環境及居民造成輻射影響。未來核二廠之運轉與管制，仍將繼續秉持合理抑低之原則，持續抑減放射性物質排放量，並加強廠區及環境輻射監測，以確保核能電廠之安全運轉及廠外民眾與環境安全無虞。

圖 1 放射性廢氣排放口設施位置圖

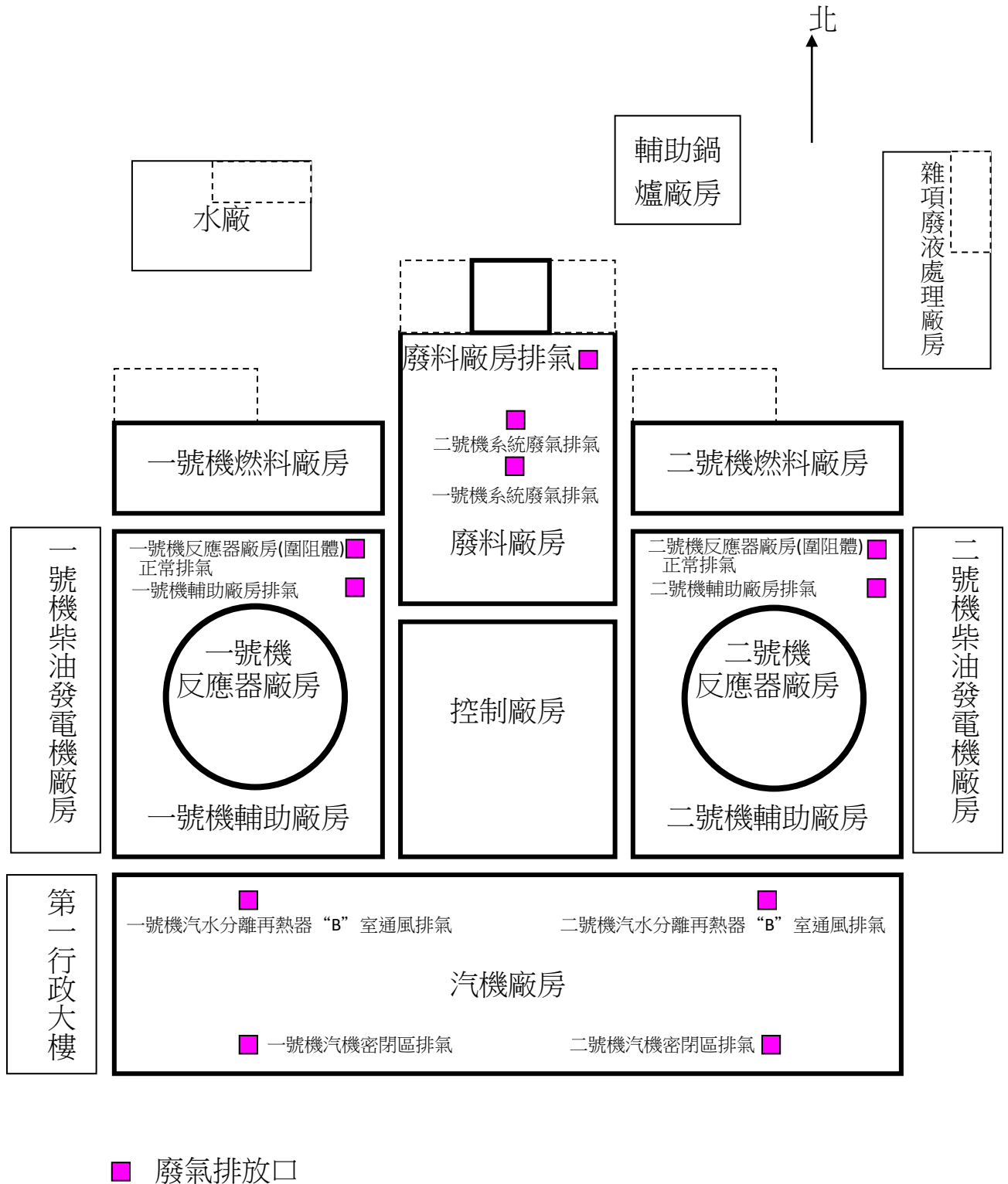
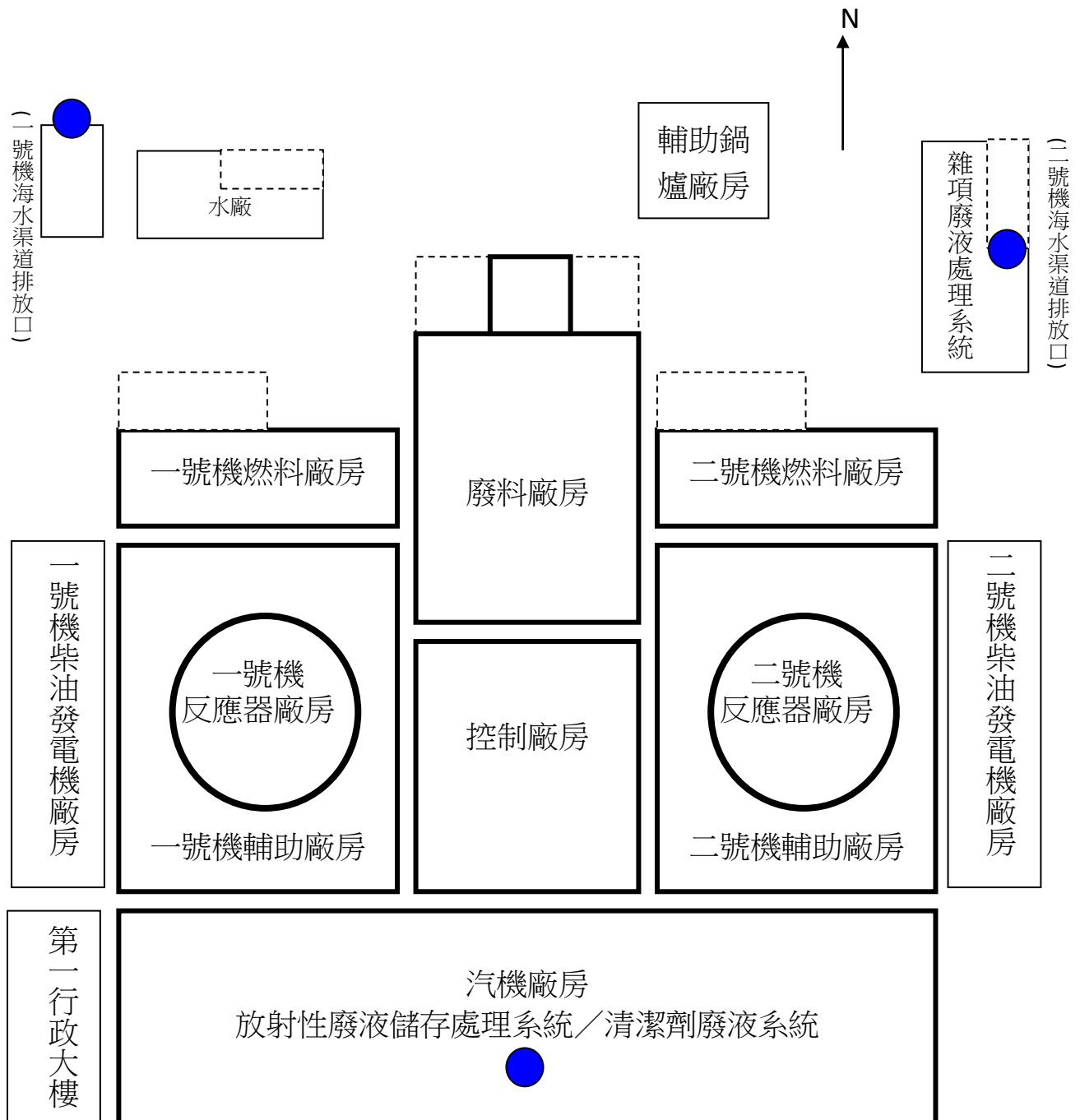


圖 2 放射性廢水排放口設施位置圖



● 廢水排放口

圖 3 核二廠廠區廠房位置圖

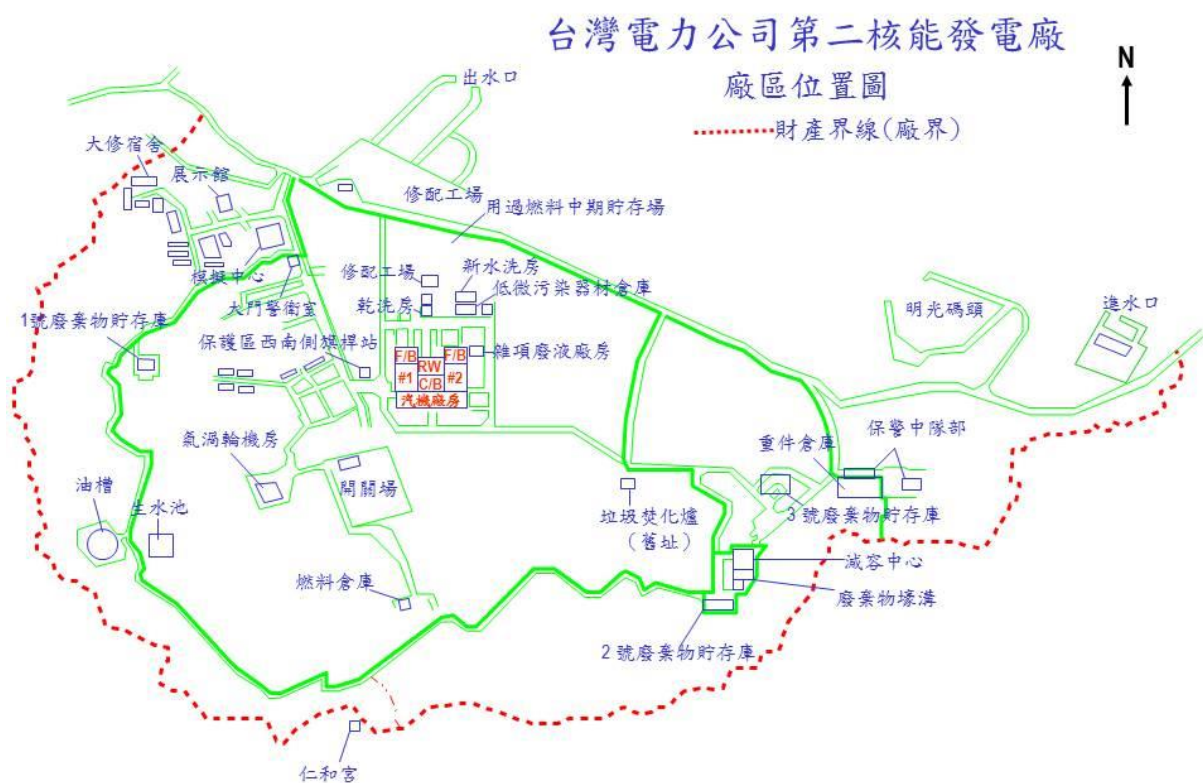


圖 4 放射性廢氣排放口監測位置圖

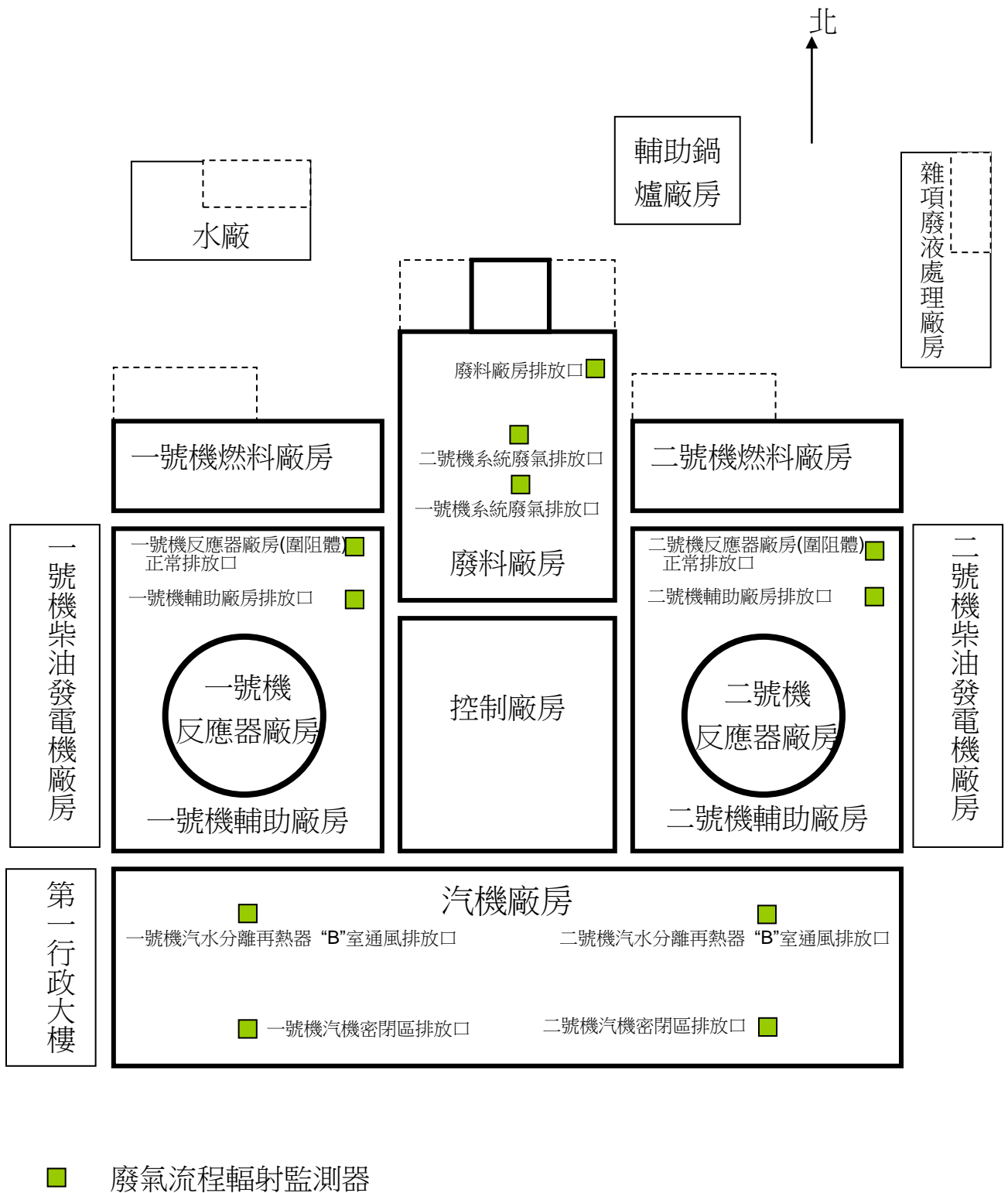
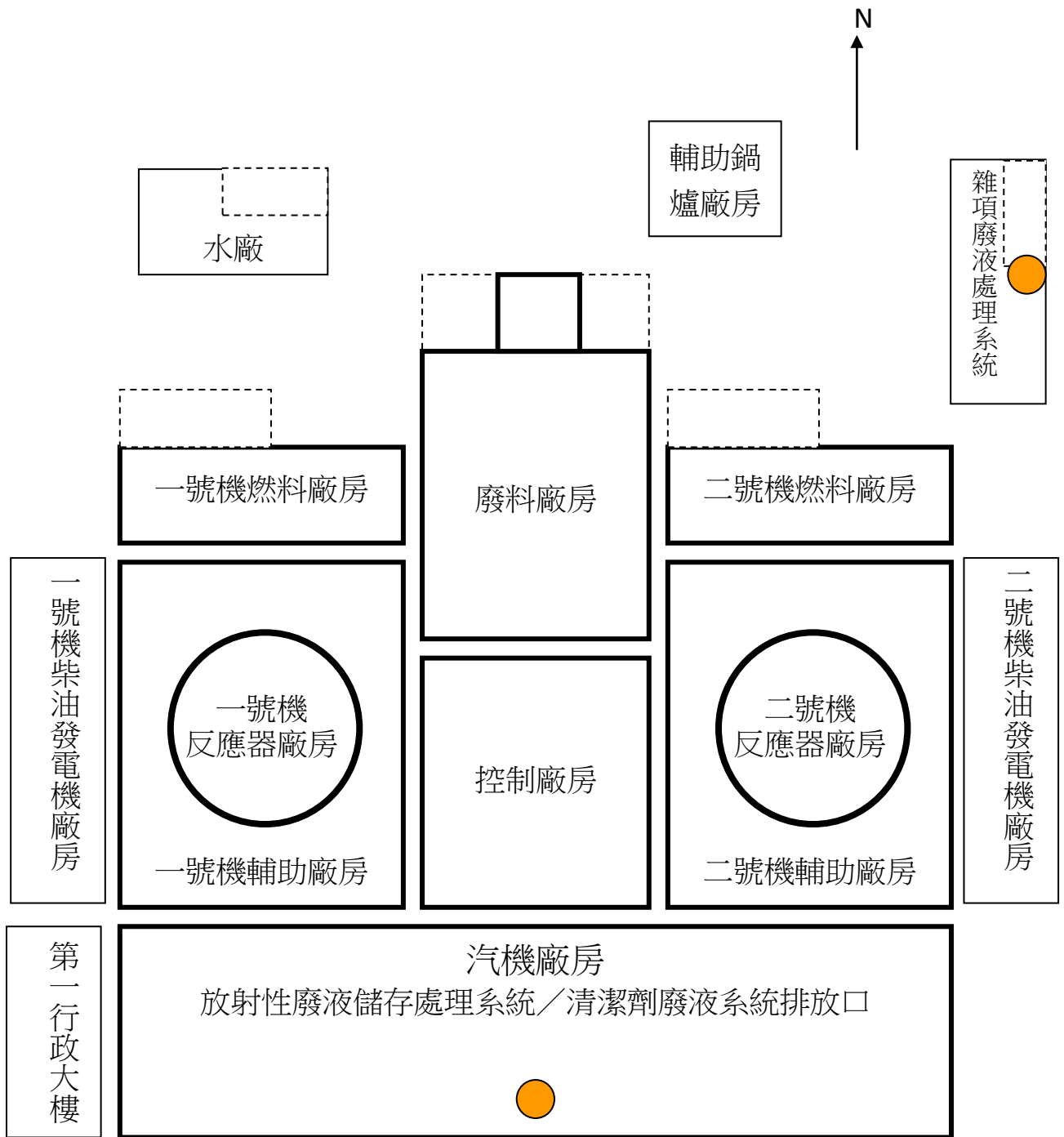
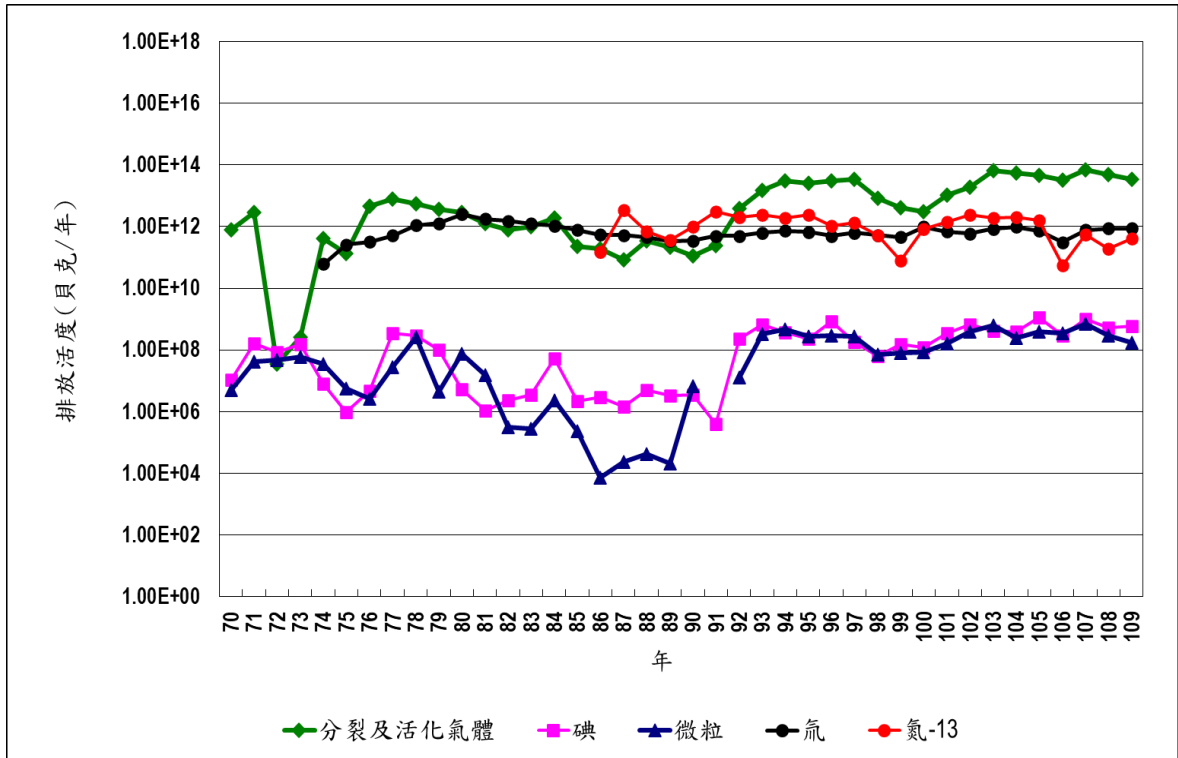


圖 5 放射性廢水排放口監測位置圖



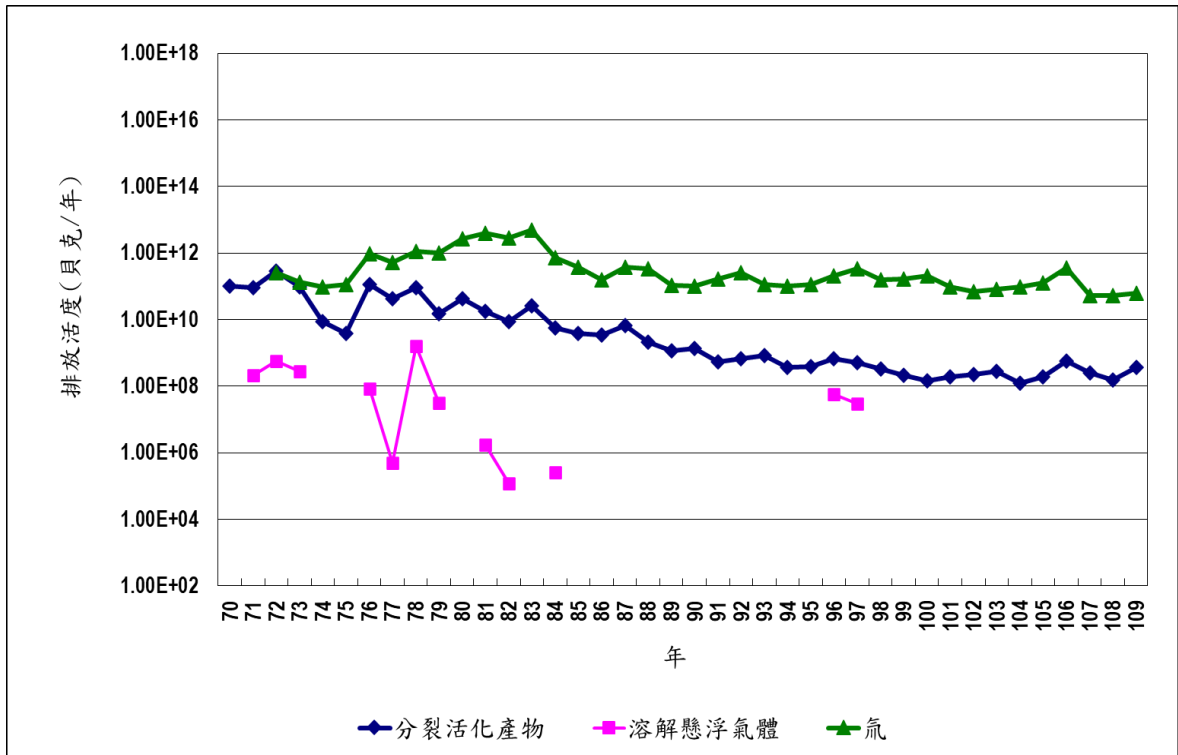
● 廢水流程輻射監測器

圖 6 歷年放射性廢氣排放活度趨勢圖



註：圖上未標點(斷點)部分，係排放活度小於最低可測值(MDA)。

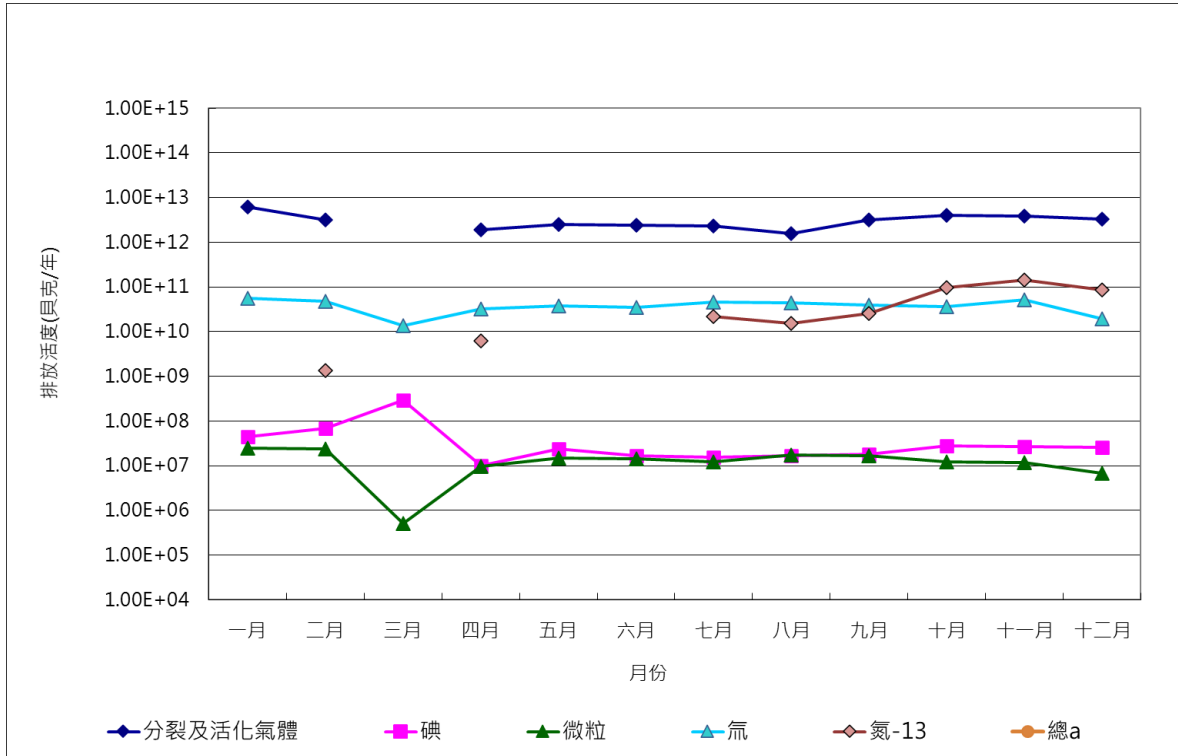
圖 7 歷年放射性廢水排放活度趨勢圖



註：圖上未標點(斷點)部分，係排放活度小於最低可測值(MDA)。

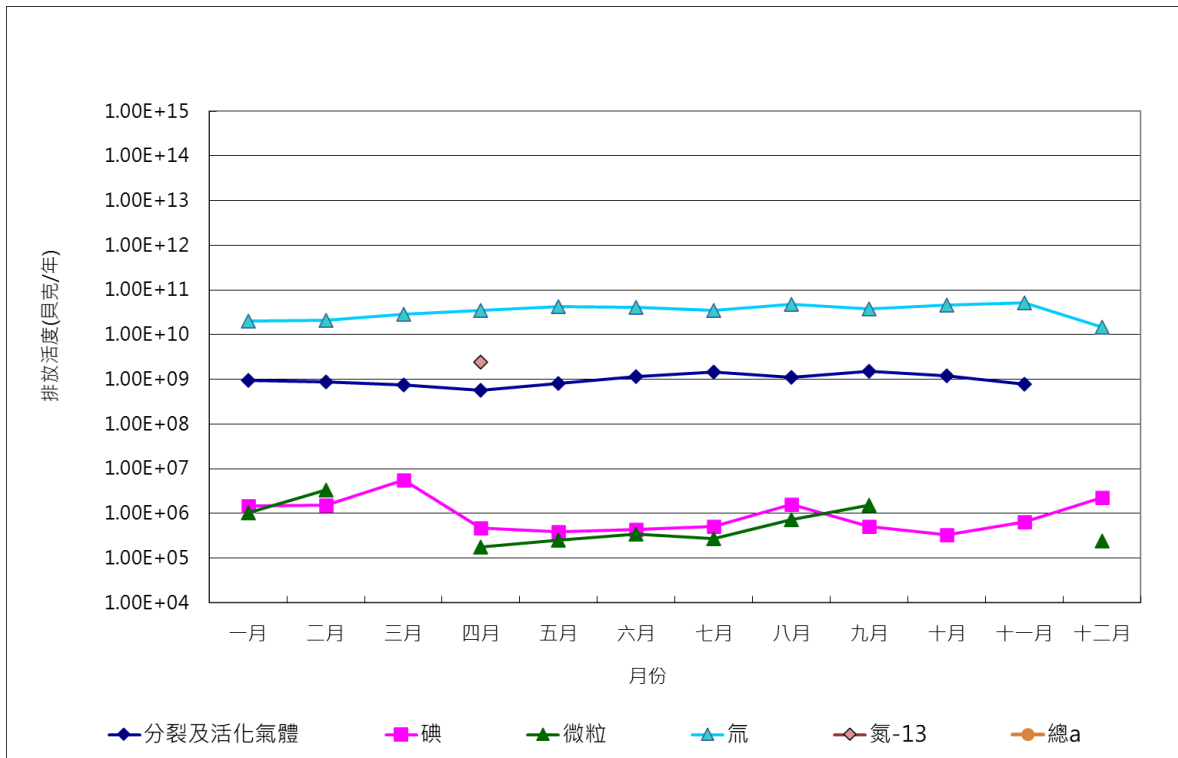


圖 8 109 年 1 號機放射性廢氣排放活度統計圖



註: 圖上未標點(斷點)部分, 係排放活度小於最低可測值(MDA)。

圖 9 109 年 2 號機放射性廢氣排放活度統計圖



註: 圖上未標點(斷點)部分, 係排放活度小於最低可測值(MDA)。

圖 10 109 年放射性廢水排放活度統計圖

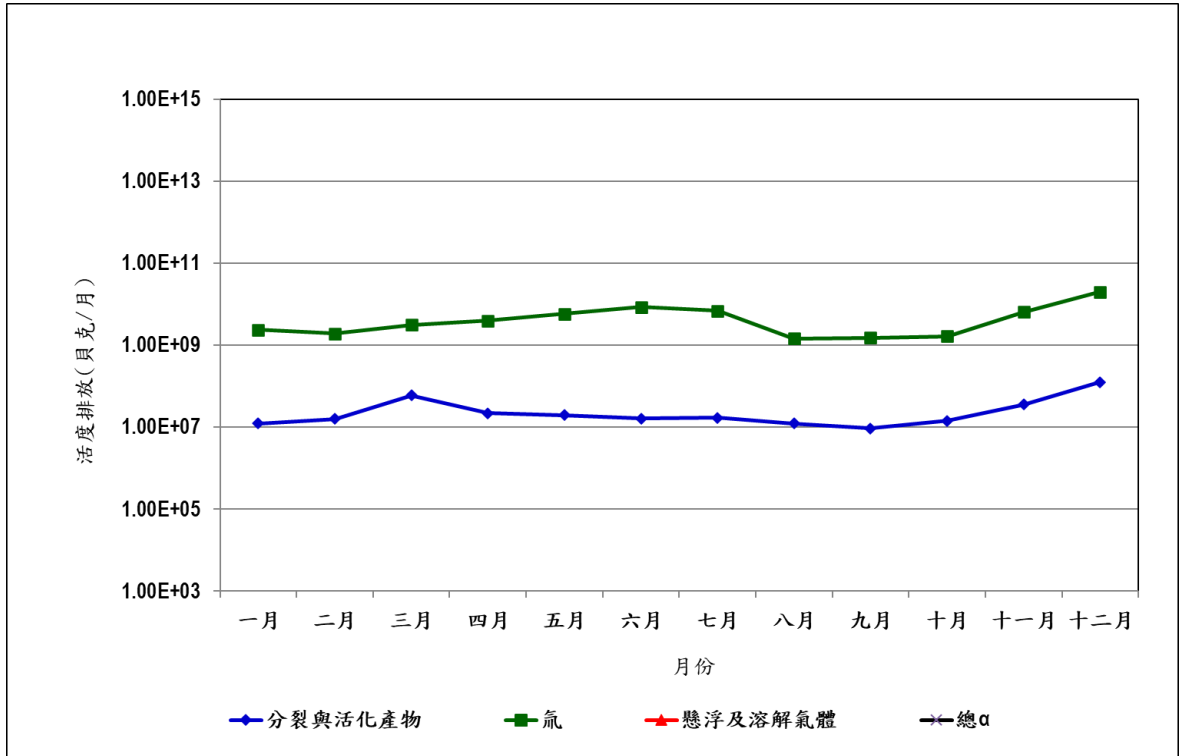


圖 11 歷年放射性廢氣排放造成關鍵群體有效劑量趨勢圖

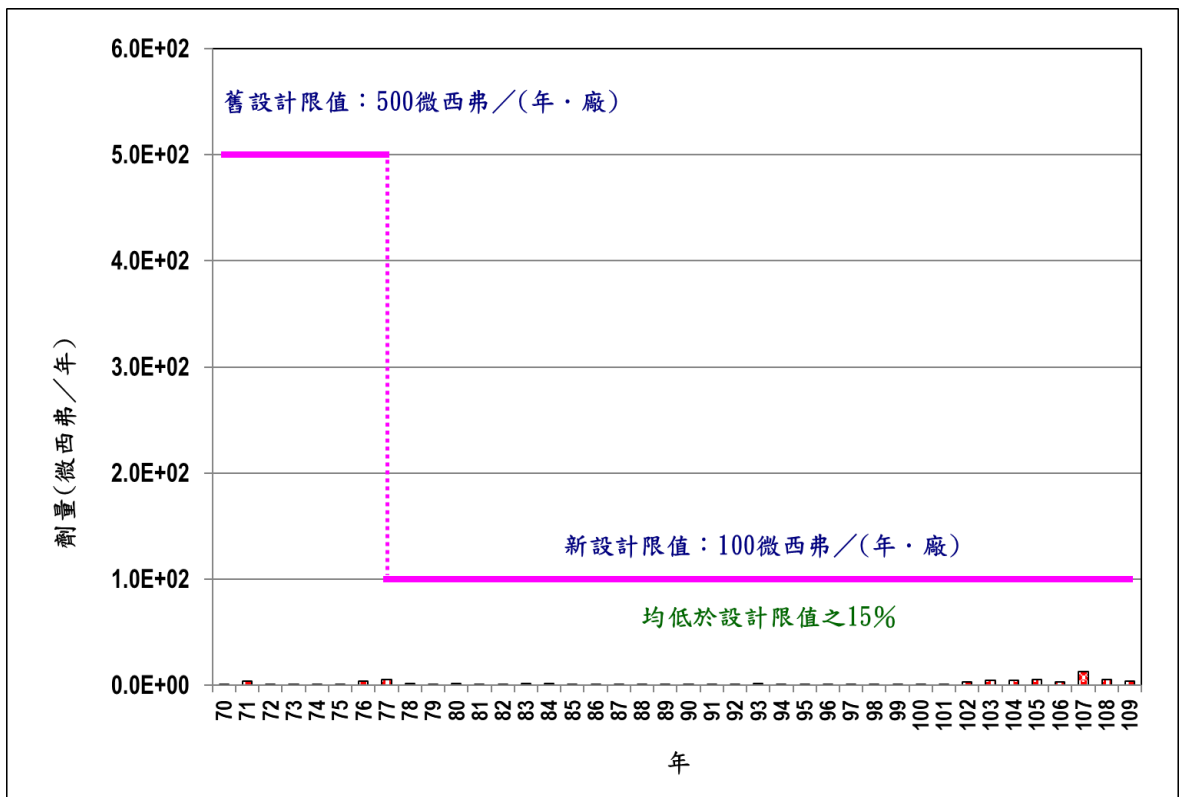


圖 12 歷年放射性廢水排放造成關鍵群體有效劑量趨勢圖

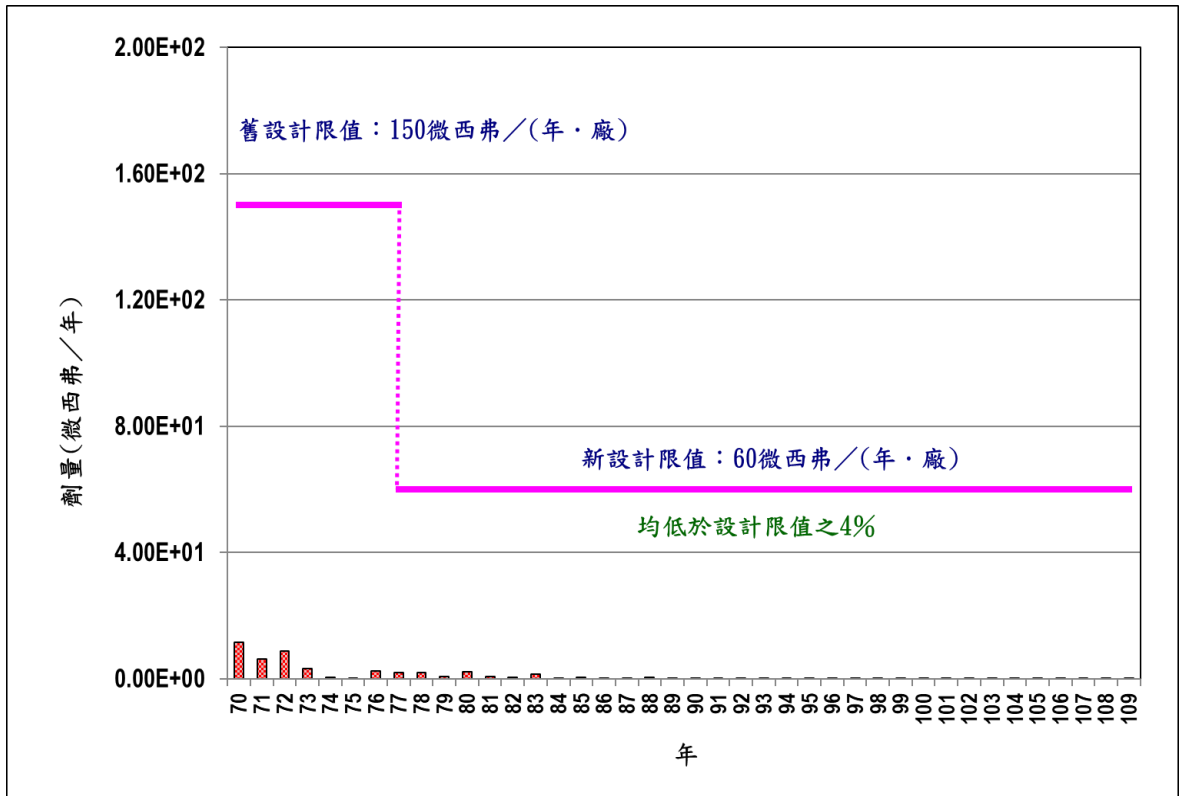


表 1 1 號機機組停機狀況摘要

(民國109年1月1日~109年12月31日)

編號	停機期間				停機時數	摘要說明
	起		迄			
	日期	時間	日期	時間		
01	0220	0103	0330	1812	953.15	EOC-27 燃料填換大修
02	0331	0940	0331	1140	2	主汽機超速跳脫保護測試
03	0501	0049	0503	1431	61.7	停機更換再循環泵 A 台機械軸封
04	1214	1115	1218	1439	99.40	TPCCW PUMP A 聯軸器未完全耦合，造成發電機氫氣冷卻水低流量及氫氣高溫度

表 2 2 號機機組停機狀況摘要

(民國109年1月1日~109年12月31日)

編號	停機期間				停機時數	摘要說明
	起		迄			
	日期	時間	日期	時間		
01	1121	0052	1231	2400	983.13	EOC-26 燃料填換大修

表 3 各廢氣排放監測儀器性能表

儀器名稱	儀器型式	偵測類別	偵測範圍 μCi/cc	取樣裝置	運轉規範 設定值 μCi/cc	警戒(Alert)/警報 (Alarm)設定值 cpm		偵測元件容 積效率值 cpm/μCi/cc	設計 流量 SCFM
						#1	#2		
反應器廠房(圍阻體)正常排氣監測器	GM	Gas	#1:1.00E-07 ~1.00E-02 #2:7.50E-08 ~7.50E-03	Gross β/γ	6.00E-05	#1	Alert : 2.97E+03 Alarm : 5.94E+03	9.77E+07	平常 : 6500 大修 : 11500
						#2	Hi : 4.23E+03 Alarm : 8.46E+03	1.40E+08	
汽機密閉區(含機械真空泵)排氣監測器	H M CdTi	Gas	1.00E-07~ 1.00E+05	Gross β/γ	#1 : 3.83E-05 #2 : 4.73E-05	#1	Alert : 2.87E-05 Alarm : 3.83E-05 μCi/cc	NA	#1 : 37000 #2 : 30000
	L scintillation					#2	Alert : 3.55E-05 Alarm : 4.73E-05 μCi/cc	NA	
汽水分離再熱器室”B”排氣監測器	scintillation β	Gas	#1:2.00E-07 ~2.00E-01 #2:1.80E-07 ~1.80E-01	Gross β	#1 : 2.00E-06 #2 : 1.13E-06	#1	Alert : 205 Alarm : 260	5.51E+07	22000
						#2	Alert : 273 Alarm : 350	5.49E+07	
輔助廠房排氣監測器	scintillation β	Part.	#1:1.40E-11 ~1.40E-05 #2:1.60E-11 ~1.60E-05	Gross β	2.09E-10	#1	Alert : 3019 Alarm : 4021	4.82E+05	50000
						#2	Alert : 2552 Alarm : 3386	4.01E+05	
	scintillation γ	Iodine	#1:6.60E-14 ~6.60E-08 #2:7.10E-14 ~7.10E-08	Gross γ	5.49E-10	#1	Alert : 9.48E+04 Alarm : 1.26E+05	1.63E+05	
						#2	Alert : 1.12E+05 Alarm : 1.49E+05	1.93E+05	
	scintillation β	Gas	#1:1.70E-07 ~1.70E-01 #2:1.50E-07 ~1.50E-01	Gross β	4.00E-06	#1	Alert : 192 Alarm : 252	5.99E+07	
						#2	Alert : 211 Alarm : 274	6.36E+07	
廢料廠房下游排氣監測器	scintillation	Gas	1.00E-07~ 1.00E+02	Gross β	5.43E-05	Alert : 4.07E-05 Alarm : 5.43E-05 μCi/cc	NA	46500	
系統廢氣排氣監測器	GM	Gas	#1:2.50E-07 ~2.50E-02 #2:3.30E-07 ~3.3E-02	Gross β/γ	1.00E-02	#1	Alert : 1.82E+05 Alarm : 3.63E+05	3.60E+07	30
						#2	Alert : 1.62E+05 Alarm : 3.25E+05	3.24E+07	

表 4 各廢水排放監測儀器性能表

監測器名稱	儀器型式	偵測類別	偵測範圍	設定值	取樣裝置
放射性廢液儲存處理系統／清潔劑廢液系統排放監測器	Scintillation	γ 核種	3.70E-08~ 3.70E-03 μCi/cc	如表 5(一)	Gross -γ
雜項廢液處理系統排放監測器	Scintillation	γ 核種	1.00E-07~ 1.00E-02 μCi/cc	如表 5(二)	Gross -γ

表 5 放射性廢水排放設定值與海水循環泵(CWP)起動台數對照表

(一) Radwaste Effluent Radiation Monitor

海水循環 泵(CWP) 起動台數	SAMPLE TANK 廢液排放限值 ( $\mu\text{Ci/cc}$ )	SAMPLE TANK 廢液排放儀器 設定值 (cpm)	DETERGENT TANK 廢液排放限值 ( $\mu\text{Ci/cc}$ )	DETERGENT TANK 廢液排放儀器 設定值 (cpm)
1	6.80E-05	1.78E+04	1.70E-04	4.01E+04
2	1.36E-04	3.26E+04	3.40E-04	7.71E+04
3	2.04E-04	4.75E+04	5.10E-04	1.14E+05
4	2.72E-04	6.23E+04	6.80E-04	1.51E+05
5	3.40E-04	7.71E+04	8.50E-04	1.88E+05
6	4.08E-04	9.19E+04	1.02E-03	2.25E+05
7	4.76E-04	1.07E+05	1.19E-03	2.62E+05
8	5.44E-04	1.22E+05	1.36E-03	2.99E+05

(二) 雜項廢液處理系統排放管制限值

循環水泵台數	HIGH ALARM 設定點
0	1.00E-07 $\mu\text{Ci/cc}$ (3.7E-03 Bq/cc)
1	4.54 E-05 $\mu\text{Ci/cc}$ (1.68Bq/cc)
2	9.07 E-05 $\mu\text{Ci/cc}$ (3.35Bq/cc)
3	1.36 E-04 $\mu\text{Ci/cc}$ (5.03Bq/cc)
4	1.81 E-04 $\mu\text{Ci/cc}$ (6.71Bq/cc)

表 6 歷年放射性廢氣排放統計表

核種分類 民國年	分裂及活化 氣體	碘	微粒	氫	氬-13
70	7.77E+11	1.05E+07	5.00E+06	<MDA	<MDA
71	2.88E+12	1.58E+08	4.22E+07	<MDA	<MDA
72	3.60E+07	8.40E+07	4.63E+07	<MDA	<MDA
73	2.65E+08	1.52E+08	5.88E+07	<MDA	<MDA
74	4.07E+11	8.03E+06	3.55E+07	6.14E+10	<MDA
75	1.37E+11	9.36E+05	5.55E+06	2.58E+11	<MDA
76	4.55E+12	4.70E+06	2.67E+06	3.23E+11	<MDA
77	7.81E+12	3.44E+08	2.73E+07	5.11E+11	<MDA
78	5.33E+12	2.85E+08	2.52E+08	1.10E+12	<MDA
79	3.55E+12	1.02E+08	4.33E+06	1.29E+12	<MDA
80	2.91E+12	5.25E+06	7.47E+07	2.50E+12	<MDA
81	1.28E+12	1.10E+06	1.49E+07	1.76E+12	<MDA
82	7.88E+11	2.39E+06	3.16E+05	1.54E+12	<MDA
83	9.95E+11	3.43E+06	2.72E+05	1.25E+12	<MDA
84	1.86E+12	5.14E+07	2.36E+06	1.08E+12	<MDA
85	2.26E+11	2.19E+06	2.29E+05	7.65E+11	<MDA
86	1.85E+11	2.97E+06	7.30E+03	5.35E+11	1.49E+11
87	8.27E+10	1.45E+06	2.42E+04	5.22E+11	3.50E+12
88	3.39E+11	4.96E+06	4.31E+04	4.57E+11	6.94E+11
89	2.09E+11	3.23E+06	2.03E+04	3.33E+11	3.60E+11
90	1.13E+11	3.50E+06	6.61E+06	3.47E+11	9.79E+11
91	2.42E+11	3.96E+05	<MDA	4.91E+11	2.96E+12
92	3.90E+12	2.29E+08	1.29E+07	5.02E+11	1.95E+12
93	1.52E+13	6.77E+08	3.32E+08	6.31E+11	2.37E+12
94	3.09E+13	3.66E+08	4.58E+08	7.29E+11	1.94E+12
95	2.46E+13	2.28E+08	2.78E+08	6.65E+11	2.34E+12
96	2.97E+13	8.68E+08	2.96E+08	5.01E+11	1.03E+12
97	3.31E+13	1.82E+08	2.77E+08	6.21E+11	1.30E+12
98	8.22E+12	6.26E+07	7.03E+07	5.32E+11	5.21E+11
99	4.12E+12	1.50E+08	8.12E+07	4.47E+11	7.79E+10
100	3.07E+12	1.23E+08	8.32E+07	9.64E+11	8.09E+11
101	1.04E+13	3.50E+08	1.59E+08	6.77E+11	1.39E+12
102	1.93E+13	6.64E+08	3.85E+08	5.98E+11	2.33E+12
103	6.35E+13	4.19E+08	6.43E+08	8.33E+11	1.91E+12



104	5.47E+13	3.86E+08	2.52E+08	9.89E+11	2.01E+12
105	4.45E+13	1.14E+09	3.96E+08	7.28E+11	1.63E+12
106	3.26E+13	2.99E+08	3.51E+08	3.05E+11	5.44E+10
107	6.69E+13	1.03E+09	7.06E+08	7.72E+11	5.41E+11
108	4.80E+13	5.33E+08	2.97E+08	8.58E+11	1.87E+11
109	3.42E+13	5.98E+08	1.73E+08	8.78E+11	3.98E+11

註：1.單位為貝克/年。

2.「<MDA」表示未測得該類核種。

3. 本表微粒統計含半化期小於 8 天之短半化期核種。

表 7 歷年放射性廢水排放統計表

核種分類 民國年	分裂活化產物	溶解懸浮氣體	氙
70	9.95E+10	<MDA	<MDA
71	9.29E+10	2.18E+08	<MDA
72	2.91E+11	5.77E+08	2.63E+11
73	9.58E+10	2.80E+08	1.31E+11
74	8.84E+09	<MDA	9.51E+10
75	3.81E+09	<MDA	1.12E+11
76	1.15E+11	8.36E+07	9.40E+11
77	4.14E+10	4.92E+05	5.29E+11
78	9.18E+10	1.59E+09	1.15E+12
79	1.47E+10	3.23E+07	1.02E+12
80	4.22E+10	<MDA	2.67E+12
81	1.73E+10	1.70E+06	3.96E+12
82	8.70E+09	1.18E+05	2.80E+12
83	2.58E+10	<MDA	4.81E+12
84	5.59E+09	2.52E+05	7.29E+11
85	3.94E+09	<MDA	3.67E+11
86	3.52E+09	<MDA	1.60E+11
87	6.56E+09	<MDA	3.74E+11
88	2.09E+09	<MDA	3.39E+11
89	1.18E+09	<MDA	1.10E+11
90	1.33E+09	<MDA	1.01E+11
91	5.25E+08	<MDA	1.62E+11
92	6.77E+08	<MDA	2.57E+11
93	8.49E+08	<MDA	1.16E+11
94	3.62E+08	<MDA	1.01E+11
95	3.93E+08	<MDA	1.11E+11
96	6.63E+08	5.82E+07	2.09E+11
97	5.04E+08	2.98E+07	3.46E+11
98	3.27E+08	<MDA	1.60E+11
99	2.13E+08	<MDA	1.62E+11
100	1.44E+08	<MDA	2.06E+11
101	1.87E+08	<MDA	9.37E+10
102	2.22E+08	<MDA	6.93E+10

103	2.84E+08	<MDA	7.96E+10
104	1.26E+08	<MDA	9.69E+10
105	1.90E+08	<MDA	1.26E+11
106	5.62E+08	<MDA	3.51E+11
107	2.52E+08	<MDA	5.24E+10
108	1.55E+08	<MDA	5.42E+10
109	3.58E+08	<MDA	6.35E+10

註：1.單位為貝克/年。

2.「<MDA」表示未測得該類核種。

表 8 109 年 1 號機放射性廢氣排放月統計表

單位：貝克

核種	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	合計
<b>1. 分裂及活化氣體</b>													
Ar-41	2.11E+09	1.39E+09	—	1.43E+10	1.02E+10	6.93E+09	5.88E+09	4.39E+09	4.29E+09	4.87E+09	4.21E+09	6.30E+09	6.49E+10
Kr-85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00E+00
Kr-85m	2.62E+09	—	—	3.70E+09	3.18E+09	4.23E+08	1.75E+08	1.01E+08	8.33E+07	1.01E+08	8.62E+07	6.29E+08	1.11E+10
Kr-87	4.01E+10	1.93E+10	—	—	—	—	1.51E+10	1.33E+10	8.52E+09	—	1.33E+10	8.38E+09	1.18E+11
Kr-88	—	—	—	1.01E+08	—	—	—	—	—	—	—	—	1.01E+08
Kr-89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00E+00
Xe-131m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00E+00
Xe-133	—	7.23E+10	—	—	2.88E+11	—	—	—	—	1.10E+11	—	—	4.70E+11
Xe-133m	—	8.60E+08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.60E+08
Xe-135	6.98E+10	1.66E+11	—	5.68E+10	4.75E+10	5.29E+10	4.96E+10	4.69E+10	7.31E+10	7.16E+10	3.81E+10	4.37E+10	7.16E+11
Xe-135m	5.08E+11	3.23E+11	—	1.75E+11	2.04E+11	2.50E+11	2.44E+11	1.94E+11	3.54E+11	3.85E+11	3.44E+11	2.47E+11	3.23E+12
Xe-137	4.23E+12	1.92E+12	—	1.16E+12	1.39E+12	1.49E+12	1.41E+12	8.53E+11	1.85E+12	2.42E+12	2.40E+12	2.22E+12	2.13E+13
Xe-138	1.28E+12	6.03E+11	—	5.21E+11	5.53E+11	5.95E+11	6.11E+11	4.53E+11	9.19E+11	9.87E+11	9.93E+11	7.63E+11	8.28E+12
總計	6.13E+12	3.11E+12	—	1.93E+12	2.49E+12	2.39E+12	2.33E+12	1.56E+12	3.21E+12	3.98E+12	3.80E+12	3.29E+12	3.42E+13
<b>2. 碘</b>													
I-131	1.45E+07	4.21E+07	2.88E+08	4.86E+06	1.35E+07	7.27E+06	5.98E+06	5.58E+06	6.12E+06	9.64E+06	9.47E+06	1.31E+07	4.20E+08
I-132	2.04E+06	1.23E+06	—	1.39E+05	2.33E+05	2.89E+05	3.19E+05	2.62E+05	4.25E+05	6.41E+05	3.15E+05	3.45E+05	6.24E+06
I-133	2.13E+07	2.00E+07	—	4.87E+06	1.03E+07	9.31E+06	8.56E+06	1.03E+07	1.00E+07	1.53E+07	1.52E+07	1.20E+07	1.37E+08
I-134	1.67E+06	1.17E+06	—	—	—	8.27E+04	—	—	1.68E+05	3.64E+05	4.19E+05	8.22E+04	3.95E+06
I-135	5.08E+06	4.64E+06	—	—	—	—	3.25E+05	4.51E+05	1.33E+06	1.63E+06	1.01E+06	—	1.45E+07
總計	4.46E+07	6.92E+07	2.88E+08	9.87E+06	2.40E+07	1.69E+07	1.52E+07	1.66E+07	1.81E+07	2.76E+07	2.64E+07	2.56E+07	5.82E+08
<b>3. 微粒</b>													
Ba-139	1.40E+07	1.61E+07	—	7.10E+06	9.48E+06	9.09E+06	9.75E+06	1.23E+07	1.21E+07	8.60E+06	8.70E+06	3.92E+06	1.11E+08
Bs-140	5.54E+05	2.28E+05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.82E+05
Co-60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cs-134	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cs-137	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cs-138	7.27E+06	6.24E+06	—	2.45E+06	5.10E+06	4.61E+06	1.99E+06	4.70E+06	3.78E+06	3.38E+06	3.03E+06	2.56E+06	4.51E+07
La-140	6.33E+05	5.37E+05	—	1.19E+05	2.25E+05	—	1.33E+05	1.28E+05	9.30E+04	—	—	—	1.87E+06
Rb-89	1.31E+06	4.08E+05	—	—	—	2.95E+05	—	—	—	—	—	—	2.01E+06
Sr-89 (季分析)	—	—	4.86E+05	—	—	2.12E+05	—	—	3.75E+05	—	—	2.86E+05	1.36E+06
Sr-90 (季分析)	—	—	2.98E+04	—	—	1.05E+04	—	—	1.22E+04	—	—	8.16E+03	6.06E+04
Sr-91	6.43E+05	6.15E+05	—	—	2.94E+05	2.11E+05	2.32E+05	3.80E+05	—	—	—	—	2.37E+06
Sr-92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
總計	2.44E+07	2.41E+07	5.16E+05	9.67E+06	1.51E+07	1.44E+07	1.21E+07	1.75E+07	1.64E+07	1.20E+07	1.17E+07	6.78E+06	1.65E+08
<b>4. 氫</b>													
H-3	5.59E+10	4.82E+10	1.37E+10	3.19E+10	3.79E+10	3.51E+10	4.57E+10	4.44E+10	3.97E+10	3.65E+10	5.10E+10	1.95E+10	4.59E+11
總計	5.59E+10	4.82E+10	1.37E+10	3.19E+10	3.79E+10	3.51E+10	4.57E+10	4.44E+10	3.97E+10	3.65E+10	5.10E+10	1.95E+10	4.59E+11
<b>5. 氮-13</b>													
N-13	—	1.37E+09	—	6.21E+09	—	—	2.16E+10	1.53E+10	2.50E+10	9.81E+10	1.43E+11	8.51E+10	3.96E+11
總計	—	1.37E+09	—	6.21E+09	—	—	2.16E+10	1.53E+10	2.50E+10	9.81E+10	1.43E+11	8.51E+10	3.96E+11
<b>6. 阿爾伐</b>													
α	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
總計	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
註：— 表 < MDA													

表 9 109 年 2 號機放射性廢氣排放月統計表

單位：貝克

核種	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	合計
<b>1. 分裂及活化氣體</b>													
Ar-41	9.38E+08	8.73E+08	7.36E+08	5.60E+08	7.95E+08	1.17E+09	1.44E+09	1.12E+09	1.53E+09	1.18E+09	7.84E+08	—	1.11E+10
Kr-85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kr-85m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kr-87	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kr-88	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kr-89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Xe-131m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Xe-133	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Xe-133m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Xe-135	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Xe-135m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Xe-137	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Xe-138	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
總計	9.38E+08	8.73E+08	7.36E+08	5.60E+08	7.95E+08	1.17E+09	1.44E+09	1.12E+09	1.53E+09	1.18E+09	7.84E+08	—	1.11E+10
<b>2. 碘</b>													
I-131	5.11E+05	8.48E+05	5.65E+06	1.46E+05	1.24E+05	9.38E+04	1.53E+05	6.88E+05	1.91E+05	5.77E+04	3.56E+05	1.87E+06	1.07E+07
I-132	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00E+00
I-133	9.29E+05	6.82E+05	—	3.17E+05	2.55E+05	3.48E+05	3.48E+05	9.21E+05	3.11E+05	2.76E+05	2.82E+05	4.08E+05	5.08E+06
I-134	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00E+00
I-135	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00E+00
總計	1.44E+06	1.53E+06	5.65E+06	4.63E+05	3.80E+05	4.42E+05	5.00E+05	1.61E+06	5.01E+05	3.34E+05	6.38E+05	2.28E+06	1.58E+07
<b>3. 微粒</b>													
Ba-139	—	3.27E+05	—	1.19E+05	—	—	1.20E+05	—	7.30E+04	—	—	—	6.39E+05
Bs-140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Co-60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cs-134	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cs-137	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cs-138	1.02E+06	3.03E+06	—	6.00E+04	2.48E+05	3.41E+05	1.57E+05	7.17E+05	1.47E+06	—	—	2.38E+05	7.28E+06
La-140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rb-89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sr-89 (季分析)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sr-90 (季分析)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sr-91	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sr-92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
總計	1.02E+06	3.36E+06	—	1.79E+05	2.48E+05	3.41E+05	2.77E+05	7.17E+05	1.54E+06	—	—	2.38E+05	7.92E+06
<b>4. 氫</b>													
H-3	2.03E+10	2.10E+10	2.83E+10	3.52E+10	4.18E+10	4.07E+10	3.51E+10	4.83E+10	3.72E+10	4.53E+10	5.08E+10	1.49E+10	4.19E+11
總計	2.03E+10	2.10E+10	2.83E+10	3.52E+10	4.18E+10	4.07E+10	3.51E+10	4.83E+10	3.72E+10	4.53E+10	5.08E+10	1.49E+10	4.19E+11
<b>5. 氮-13</b>													
N-13	—	—	—	2.46E+09	—	—	—	—	—	—	—	—	2.46E+09
總計	—	—	—	2.46E+09	—	—	—	—	—	—	—	—	2.46E+09
<b>6. 阿爾伐</b>													
α	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
總計	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
註：— 表 <MDA													

表 10 109 年 1 號機放射性廢氣各排放口年統計表

單位：貝克

核種 \ 排放口	汽機 廠房	MSR B	圍阻體	輔助 廠房	廢氣 通風道	廢料 廠房
一、分裂及活化氣體						
Ar-41	—	—	—	—	6.49E+10	—
Kr-85	—	—	—	—	—	—
Kr-85m	4.46E+09	—	—	—	6.64E+09	—
Kr-87	1.18E+11	—	—	—	—	—
Kr-88	—	—	—	—	1.01E+08	—
Kr-89	—	—	—	—	—	—
Xe-131m	—	—	—	—	—	—
Xe-133	4.62E+11	—	8.24E+09	—	—	—
Xe-133m	8.60E+08	—	—	—	—	—
Xe-135	7.08E+11	4.91E+08	4.18E+09	2.77E+09	—	—
Xe-135m	3.21E+12	—	1.74E+10	—	—	—
Xe-137	2.12E+13	1.59E+11	—	—	—	—
Xe-138	8.26E+12	1.34E+10	—	—	—	—
二、碘						
I-131	2.29E+08	1.84E+08	1.24E+06	6.01E+06	—	—
I-132	1.57E+06	4.63E+06	3.92E+04	—	—	—
I-133	5.02E+07	7.28E+07	2.18E+05	1.39E+07	—	—
I-134	1.09E+06	2.86E+06	—	—	—	—
I-135	—	1.45E+07	—	—	—	—
三、微粒						
Ba-139	4.25E+07	6.85E+07	—	—	—	—
Ba-140	—	7.82E+05	—	—	—	—
Co-60	—	—	—	—	—	—
Cs-134	—	—	—	—	—	—
Cs-137	—	—	—	—	—	—
Cs-138	1.97E+07	2.48E+07	—	6.41E+05	—	—
La-140	—	1.87E+06	—	—	—	—
Rb-89	—	2.01E+06	—	—	—	—
Sr-89	6.65E+05	6.95E+05	—	—	—	—
Sr-90	1.66E+04	4.40E+04	—	—	—	—
Sr-91	2.28E+05	2.15E+06	—	—	—	—
Sr-92	—	—	—	—	—	—
四、氫						
H-3	2.19E+11	1.34E+11	5.66E+10	4.28E+10	—	7.00E+09
五、氮-13						
N-13	3.95E+11	1.37E+09	—	—	—	—
六、阿爾伐						
α	—	—	—	—	—	—

註：— 表 <MDA。

表 11 109 年 2 號機放射性廢氣各排放口年統計表

單位：貝克

核種 \ 排放口	汽機 廠房	MSR B	圍阻體	輔助 廠房	廢氣 通風道	廢料 廠房
一、分裂及活化氣體						
Ar-41	—	—	—	—	1.11E+10	—
Kr-85	—	—	—	—	—	—
Kr-85m	—	—	—	—	—	—
Kr-87	—	—	—	—	—	—
Kr-88	—	—	—	—	—	—
Kr-89	—	—	—	—	—	—
Xe-131m	—	—	—	—	—	—
Xe-133	—	—	—	—	—	—
Xe-133m	—	—	—	—	—	—
Xe-135	—	—	—	—	—	—
Xe-135m	—	—	—	—	—	—
Xe-137	—	—	—	—	—	—
Xe-138	—	—	—	—	—	—
二、碘						
I-131	3.07E+06	7.28E+06	1.17E+05	2.22E+05	—	—
I-132	—	—	—	—	—	—
I-133	7.57E+05	4.18E+06	1.38E+05	—	—	—
I-134	—	—	—	—	—	—
I-135	—	—	—	—	—	—
三、微粒						
Ba-139	—	6.39E+05	—	—	—	—
Ba-140	—	—	—	—	—	—
Co-60	—	—	—	—	—	—
Cs-134	—	—	—	—	—	—
Cs-137	—	—	—	—	—	—
Cs-138	1.88E+06	5.40E+06	—	—	—	—
La-140	—	—	—	—	—	—
Rb-89	—	—	—	—	—	—
Sr-89	—	—	—	—	—	—
Sr-90	—	—	—	—	—	—
Sr-91	—	—	—	—	—	—
Sr-92	—	—	—	—	—	—
四、氫						
H-3	2.43E+11	6.86E+10	5.29E+10	4.68E+10	—	7.00E+09
五、氮-13						
N-13	2.46E+09	—	—	—	—	—
六、阿爾伐						
α	—	—	—	—	—	—

註：— 表 <MDA。

表 12 109 年放射性廢氣排放年統計表

單位：貝克

核種 \ 機組	1 號機	2 號機	合計
一、分裂及活化氣體			
Ar-41	6.49E+10	1.11E+10	7.60E+10
Kr-85	—	—	—
Kr-85m	1.11E+10	—	1.11E+10
Kr-87	1.18E+11	—	1.18E+11
Kr-88	1.01E+08	—	1.01E+08
Kr-89	—	—	—
Xe-131m	—	—	—
Xe-133	4.70E+11	—	4.70E+11
Xe-133m	8.60E+08	—	8.60E+08
Xe-135	7.16E+11	—	7.16E+11
Xe-135m	3.23E+12	—	3.23E+12
Xe-137	2.13E+13	—	2.13E+13
Xe-138	8.28E+12	—	8.28E+12
二、碘			
I-131	4.20E+08	1.07E+07	4.31E+08
I-132	6.24E+06	—	6.24E+06
I-133	1.37E+08	5.08E+06	1.42E+08
I-134	3.95E+06	—	3.95E+06
I-135	1.45E+07	—	1.45E+07
三、微粒			
Ba-139*	1.11E+08	6.39E+05	1.12E+08
Ba-140	7.82E+05	—	7.82E+05
Co-60	—	—	—
Cs-134	—	—	—
Cs-137	—	—	—
Cs-138*	4.51E+07	7.28E+06	5.24E+07
La-140*	1.87E+06	—	1.87E+06
Rb-89*	2.01E+06	—	2.01E+06
Sr-89	1.36E+06	—	1.36E+06
Sr-90	6.06E+04	—	6.06E+04
Sr-91*	2.37E+06	—	2.37E+06
Sr-92*	—	—	—
四、氫			
H-3	4.59E+11	4.19E+11	8.78E+11



五、氬-13			
N-13	3.96E+11	2.46E+09	3.98E+11
六、阿爾伐			
$\alpha$	—	—	—

註：1. 微粒部分標示「\*」者為半化期小於 8 天之核種，依「環境輻射劑量設計規範」規定：「放射性碘、氫及微粒（半化期超過 8 天者）因核能電廠外釋放射性氣體造成廠界外非限制區域中，任一民眾其任一器官的年等價劑量」評估值每年不得超過 15 毫侖目（0.15 毫西弗/年·機組），故核種半化期小於 8 天之微粒核種，不納入本報告之劑量評估。

2. — 表 <MDA。

3.1 號機因 1 根燃料護套受損之殘餘效應影響，故增加短半化期分裂核種。

表 13 109 年放射性廢水排放月統計表

單位：貝克

核種	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	合計
1. 分裂及活化產物													
Co-58	—	4.50E+04	2.15E+06	9.30E+04	1.60E+04	1.00E+04	—	—	—	—	1.74E+05	1.76E+07	2.00E+07
Co-60	4.96E+06	6.27E+06	1.56E+07	3.79E+06	4.72E+06	3.30E+06	5.80E+06	6.06E+06	3.31E+06	5.17E+06	1.29E+07	4.59E+07	1.18E+08
Cr-51	—	—	2.29E+05	9.50E+04	1.15E+06	—	—	—	—	—	—	1.29E+06	2.76E+06
Cs-134	1.01E+05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.01E+05
Cs-137	4.00E+06	2.72E+06	3.62E+06	5.15E+05	2.85E+05	—	3.00E+05	8.14E+05	1.22E+06	1.66E+06	2.26E+06	5.47E+05	1.79E+07
Cs-138	—	—	—	—	—	—	—	—	3.70E+05	1.12E+05	—	—	4.82E+05
Fe-55 (季分析)	—	—	4.82E+06	—	—	—	—	—	—	—	—	7.92E+06	1.27E+07
Fe-59	—	1.24E+05	6.38E+05	—	—	3.10E+04	—	—	—	—	3.78E+05	1.46E+06	2.63E+06
I-131	—	5.33E+05	6.92E+03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.39E+05
I-133	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
La-140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mn-54	3.23E+06	6.08E+06	3.27E+07	1.75E+07	1.35E+07	1.29E+07	1.08E+07	5.54E+06	4.40E+06	7.34E+06	1.99E+07	4.94E+07	1.83E+08
Nb-95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Np-239	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sr-89 (季分析)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sr-90 (季分析)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zn-65	—	—	5.75E+04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.75E+04
總計	1.23E+07	1.58E+07	5.98E+07	2.20E+07	1.97E+07	1.62E+07	1.69E+07	1.24E+07	9.30E+06	1.43E+07	3.55E+07	1.24E+08	3.58E+08
2. 氚													
H-3	2.36E+09	1.91E+09	3.08E+09	3.91E+09	5.78E+09	8.56E+09	6.80E+09	1.44E+09	1.53E+09	1.64E+09	6.45E+09	2.00E+10	6.35E+10
總計	2.36E+09	1.91E+09	3.08E+09	3.91E+09	5.78E+09	8.56E+09	6.80E+09	1.44E+09	1.53E+09	1.64E+09	6.45E+09	2.00E+10	6.35E+10
3. 懸浮及溶解氣體													
Xe-133	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Xe-135	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
總計	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. 總 α 放射活度													
α	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
總計	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
註：— 表 <MDA													

表 14 109 年放射性廢水排放年統計表

單位：貝克

核種 \ 排放槽	雜項廢液處理系統	洗衣廢水槽	取樣槽	合計
Co-58	1.83E+07	1.69E+06	<MDA	2.00E+07
Co-60	5.95E+07	5.83E+07	<MDA	1.18E+08
Cr-51	<MDA	2.76E+06	<MDA	2.76E+06
Cs-134	<MDA	1.01E+05	<MDA	1.01E+05
Cs-137	4.96E+05	1.74E+07	<MDA	1.79E+07
Cs-138	<MDA	4.82E+05	<MDA	4.82E+05
Fe-55	<MDA	1.27E+07	<MDA	1.27E+07
Fe-59	<MDA	2.63E+06	<MDA	2.63E+06
I-131	5.33E+05	6.92E+03	<MDA	5.39E+05
I-133	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
La-140	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
Mn-54	1.24E+08	5.97E+07	<MDA	1.83E+08
Nb-95	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
Np-239	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
Sr-89	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
Sr-90	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
Xe-133	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
Xe-135	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
Zn-65	<MDA	5.75E+04	<MDA	5.75E+04
H-3	6.29E+10	5.50E+08	<MDA	6.35E+10
α	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA

表 15 109 年放射性廢氣排放造成關鍵群體有效劑量

情 性 氣 體		
方 位	N	N
機 組	1 號機	2 號機
有效劑量 途徑：空飄 (微西弗)	3.97E+00	2.86E-02
每年設計限值 (微西弗)	50	50
與限值比	7.94E-02	5.72E-04
空氣加馬輻射 (微戈雷)	5.76E+00	3.71E-02
每年設計限值 (微戈雷)	100	100
與限值比	5.76E-02	3.71E-04
空氣貝他輻射 (微戈雷)	3.72E+00	1.31E-02
每年設計限值 (微戈雷)	200	200
與限值比	1.86E-02	6.55E-05

註：依據原能會 107 年 1 月 30 日會輻字第 1070001381 號函，自 107 年度起，為更具保守性，將十六方位皆納入評估，並取最大劑量值。結果顯示本年兩部機關鍵群體方位均落於北方（無人口居住），若僅考慮具有人口居住之方位，1 號機與 2 號機造成關鍵群體最大有效劑量分別為 2.48E-00 微西弗（西南方）、9.00E-03 微西弗（北北西方）。

表 16 109 年放射性廢氣排放造成關鍵群體器官等價劑量

碘、微粒、氫		
方位	N	N
機組	1 號機	2 號機
器官	甲狀腺	甲狀腺
輻射影響途徑	(微西弗)	(微西弗)
地面沉積	2.80E-03	6.43E-05
農作物	3.22E+00	1.22E-01
肉類	1.52E-01	1.07E-02
呼吸	4.35E+00	1.97E-01
合計	7.72E+00	3.30E-01
每年設計限值 (微西弗)	150	150
與限值比	5.15E-02	2.20E-03

註：本評估為更求保守性，將十六方位皆納入評估，結果顯示本年兩部機關鍵群體方位均落於北方(無人口居住)，若僅考慮具有人口居住之方位，1 號機造成關鍵群體最大器官等價劑量為 4.96E+00 微西弗(方位：西南西方、器官：甲狀腺)，二號機則為 1.48E-01 微西弗(方位：西南西方、器官：甲狀腺)。

表 17 109 年放射性廢氣排放造成廠外民眾集體劑量

排 放 類 別	廢 氣	
機 組	1 號機	
集 體 劑 量	有效劑量	甲狀腺等價劑量
(人西弗)	4.91E-03	2.09E-02
機 組	2 號機	
集 體 劑 量	有效劑量	甲狀腺等價劑量
(人西弗)	1.14E-03	1.55E-03

表 18 109 年放射性廢水排放造成關鍵群體有效劑量暨器官等價劑量

輻射途徑	有效劑量 (微西弗)	骨表面等價劑量 (微西弗)
魚類	4.55E-03	3.96E-03
無脊椎生物	5.93E-03	4.66E-03
海藻	1.01E-03	7.83E-04
海濱遊樂	1.12E-01	1.52E-01
游泳	2.03E-04	3.15E-04
划船	3.38E-06	5.25E-06
合計	1.24E-01	1.62E-01
每年法規設計限值 (微西弗)	60	200
與限值比	2.07E-03	8.10E-04

註：核二廠兩部機共用同一廢水處理系統，上表為兩部機造成之輻射劑量。

表 19 109 年放射性廢水排放造成廠外民眾集體劑量

排放類別	廢水	
機組	兩部機	
集體劑量	有效劑量	下大腸壁等價劑量
(人西弗)	1.18E-03	3.43E-03

表 20 歷年放射性廢氣排放造成關鍵群體有效劑量

民國年	有效劑量 (微西弗)	占設計限值比	設計限值 (微西弗)
70	1.0200	0.20%	500
71	4.2100	0.84%	500
72	0.5800	0.12%	500
73	0.2300	0.05%	500
74	0.3300	0.07%	500
75	0.5800	0.12%	500
76	3.7000	0.74%	500
77	5.7400	5.74%	100
78	1.6900	1.69%	100
79	1.1400	1.14%	100
80	1.2700	1.27%	100
81	0.5780	0.58%	100
82	0.4810	0.48%	100
83	1.3900	1.39%	100
84	1.9100	1.91%	100
85	0.3400	0.34%	100
86	0.1675	0.17%	100
87	0.0761	0.08%	100
88	0.4000	0.40%	100
89	0.2710	0.27%	100
90	0.0789	0.08%	100
91	0.2940	0.29%	100
92	0.8750	0.88%	100
93	1.3000	1.30%	100
94	1.0300	1.03%	100
95	1.2100	1.21%	100
96	0.7000	0.70%	100
97	0.7619	0.76%	100
98	0.8300	0.83%	100
99	0.7280	0.73%	100



100	0.7451	0.75%	100
101	0.8810	0.88%	100
102	2.8020	2.80%	100
103	4.9160	4.92%	100
104	4.9700	4.97%	100
105	5.7700	5.77%	100
106	3.0600	3.06%	100
107	13.0000	13.00%	100
108	5.7310	5.73%	100
109	4.0000	4.00%	100

- 註：1.民國 77 年以後法規設計限值係依據原能會 77.5.24.(77)會輻字 2428 號函之修正標準予以更新。
- 2.本表之有效劑量係依據廢氣實際排放量，按評估模式計算而得。
- 3.依據原能會 107 年 1 月 30 日會輻字第 1070001381 號函，自 107 年度起，為更具保守性，將十六方位皆納入評估，並取最大劑量值。結果顯示 109 年兩部機關鍵群體方位均落於北方 (均無人口居住)，若僅考慮具有人口居住之方位，兩部機造成關鍵群體有效劑量為 2.49 微西弗(西南方及北北西方)。

表 21 歷年放射性廢水排放造成關鍵群體有效劑量

民國年	有效劑量 (微西弗)	占設計限值比	設計限值 (微西弗)
70	11.6000	7.73%	150
71	6.3000	4.20%	150
72	8.8600	5.91%	150
73	3.1300	2.09%	150
74	0.3760	0.25%	150
75	0.1550	0.10%	150
76	2.3300	1.55%	150
77	1.9200	3.20%	60
78	1.8500	3.08%	60
79	0.7340	1.22%	60
80	2.2000	3.67%	60
81	0.6470	1.08%	60
82	0.4340	0.72%	60
83	1.4000	2.33%	60
84	0.1600	0.27%	60
85	0.3090	0.51%	60
86	0.1597	0.27%	60
87	0.2480	0.41%	60
88	0.3378	0.56%	60
89	0.1620	0.27%	60
90	0.1460	0.24%	60
91	0.0849	0.14%	60
92	0.0842	0.14%	60
93	0.0592	0.10%	60
94	0.0760	0.13%	60
95	0.0552	0.09%	60
96	0.0816	0.14%	60
97	0.1866	0.31%	60
98	0.1100	0.18%	60
99	0.0390	0.07%	60
100	0.0350	0.06%	60

101	0.0582	0.10%	60
102	0.0404	0.07%	60
103	0.0754	0.13%	60
104	0.0402	0.07%	60
105	0.0614	0.10%	60
106	0.2040	0.34%	60
107	0.0949	0.16%	60
108	0.0534	0.09%	60
109	0.1240	0.21%	60

註：1.民國 77 年以後法規設計限值係依據原能會 77.5.24.(77)會輻字 2428 號函之修正標準予以更新。

2.本表之有效劑量係依據廢水實際排放量，按評估模式計算而得。

# 附錄一

## 減容中心 109 年 放射性物質排放年報

## 摘 要

「減容中心」座落於核二廠廠區，包括焚化爐及超高壓壓縮機兩部分，自98年度進行「焚化爐系統設備換裝及改善」案至目前為止，新焚化爐的營運狀況正常。

109年度焚化爐共處理可燃低放射性廢棄物159.4189噸，而超高壓壓縮機則處理可壓低放射性廢棄物142桶。109年放射性氣體(微粒)排放活度均低於最小可測量值，故不須進行民眾劑量評估。另外，放射性廢水共計產生1,498.447立方公尺，全數運回核二廠雜項廢液處理廠房處理，其對民眾造成之影響已併入核二廠放射性廢水排放對廠外民眾劑量評估中，且評估結果均遠低於核能電廠環境輻射設計規範之法規設計限值。

## 目 錄

	頁次
1.0 前言	50
2.0 放射性物質排放源	51
3.0 放射性物質排放監測	51
4.0 放射性物質排放量監測結果	52
5.0 劑量評估	53
6.0 環境輻射監測結果檢討	53
7.0 特殊狀況統計	53
8.0 合理抑低(ALARA)措施	54
9.0 結論	54
附圖	55
附表	58

## 圖 次

	頁次
圖 1 放射性廢氣、廢水排放源位置圖	55
圖 2 放射性廢氣排放監測位置圖	55
圖 3 歷年放射性廢氣排放活度統計圖	56
圖 4 109 年放射性廢氣排放活度統計圖	56
圖 5 歷年放射性廢氣排放造成關鍵群體有效劑量趨勢圖	57

## 表 次

	頁次
表 1 109 年運轉年報表	58
表 2 放射性廢氣排放監測儀器性能表	59
表 3 歷年放射性廢氣排放活度統計表	60
表 4 109 年放射性廢氣排放活度統計表	61
表 5 歷年放射性廢氣排放造成關鍵群體有效劑量	62



## 1.0 前言

「減容中心」座落於核二廠廠區，負責核能電廠所產生低放射性廢棄物焚化、壓縮之減容作業，運轉期間所產生放射性廢氣、廢水排放情形，將分別於以下各章節加以說明。

### 1.1 法規要求

「減容中心」在營運過程中，不可避免伴隨產生微量放射性物質，因此中心在設計時，以「合理抑低」原則設計降低外釋量外，在運轉階段，採取嚴格行政管制措施，對外釋放射性物質詳加監測與記錄，以管制排放量，使對廠外影響減至最低程度，讓「減容中心」之運轉和環境保護能彼此相容。

為有效執行環境輻射安全防護，「減容中心」運轉之放射性物質外釋須符合下列法規要求：

#### 1.1.1 「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」：

依 97 年 10 月 22 日修正公布之「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第 5 條，處理設施之輻射防護設計，應確保其對設施外一般人所造成之個人年有效劑量，不得超過 0.25 毫西弗，並符合合理抑低原則。

#### 1.1.2 「低放射性廢料處理設施管制規範」：

依據 85 年 7 月 18 日公布之低放射性廢料處理設施管制規範第 13 條，對於廠界內處理設施：其所造成在廠界外之居民年有效等效劑量不得超過 0.05 毫西弗，且併入合計該廠對廠界外居民所造成之總劑量，不得超過原子能委員會核定之劑量限值。

雖然後頒管理規則放寬劑量限值，但本中心仍以「低放射性廢料處理設施管制規範」之設計限值進行管制。

#### 1.1.3 其他相關規定：

1. 「放射性物料管理法施行細則」。
2. 「環境輻射偵測規範」。

### 3. 「環境監測及放射性物質排放報告格式」。

#### 1.2 營運狀況

運轉狀況詳如表 1。

## 2.0 放射性物質排放源

### 2.1 放射性廢氣排放源

低放射性廢棄物焚化後之廢氣，經由廢氣淨化系統過濾，在偵測器連續監測狀況下，經煙道由煙囪排出廠外。另經焚化爐及超高壓壓縮機廠房通風系統排放之廢氣，經高效率絕對過濾器過濾後，在偵測器監測下排出廠房。

### 2.2 放射性廢水排放源

依焚化爐原設計功能，其廢水無放射性污染者，可直接排放至環境中。但為求慎重及考慮低微量放射性物質在排水溝或岸沙長期累積之影響，因此「減容中心」目前之做法為將放射性廢水先收集於地下廢水池，再利用廢水運送車送至核二廠，併入核二廠廢液處理系統處理後排放。超高壓壓縮機運轉無產生廢水之虞，故並無放射性廢水排放。

### 2.3 放射性廢氣和廢水排放源位置

放射性廢氣、廢水排放源位置詳見圖 1。

## 3.0 放射性物質排放監測

### 3.1 放射性廢氣排放監測儀器性能

3.1.1 焚化爐系統：自民國 104 年 11 月 1 日起，排氣監測系統由以往流程輻射監測器 BAB-A4-2000 更新為 NMC CRM-90 監測器進行線上監測。

3.1.2 焚化爐廠房通風系統：自民國 104 年 11 月 1 日起，排氣監測系統由以往流程輻射監測器 BAB-AM2 更新為 NMC CRM-90 監測器進行線上監測。

3.1.2 超高壓壓縮機廠房通風系統：自民國 104 年 11 月 1 日起，排氣監測系統由以往流程輻射監測器 BAB-A 更新為 NMC CRM-90 監測器進行線上監測。

以上排氣均設置符合 ANSI13.1 標準之放射性廢氣核種分析取樣裝置進行取樣，試樣由核二廠「環化組」負責分析；放射性廢氣排放監測儀器性能詳見表 2。

### 3.2 放射性廢氣排放監測位置圖

放射性廢氣排放監測位置圖詳見圖 2。

## 4.0 放射性物質排放量監測結果

### 4.1 歷年放射性廢氣排放統計

焚化爐係自 80 年 8 月正式運轉，並於 81 年首次陳報排放年報，放射性廢氣排放包括來自焚化爐系統、焚化爐廠房通風系統及超高壓壓縮機廠房通風系統三部分，其中超高壓壓縮機係自 82 年 2 月正式運轉，運轉期間除以輻射偵測器進行監測外，為進一步了解放射性廢氣排放狀況，另委託「核能研究所」進行取樣、分析與評估，研究結果顯示"超高壓壓縮機運轉產生之微量氣體在未經絕對過濾器前，濃度多已在  $1\text{E}-12\mu\text{Ci}/\text{cc}$  以下，經絕對過濾器過濾後，濃度更是低微(約在  $1\text{E}-16\mu\text{Ci}/\text{cc}$  以下)，其所排放之放射性廢氣與焚化爐比較已可忽略"。(詳核研所 RS26-S20-03「減容中心環境監測暨輻射貢獻鑑別技術建立」之「煙道氣體排放之取樣分析及程序訂定」報告)。

近幾年放射性廢氣排放統計結果，除 102 年第 4 季因焚化核二廠 1 號機 EOC-23 大修期間產生之低放射性廢棄物，含有微量之碘放射性核種排放外，其餘廢氣經濾紙、濾罐取樣，分析結果均顯示低於儀器最小可測量值，歷年廢氣排放活度統計如表 3 及圖 3。

#### 4.2 109 年放射性廢氣排放統計

本年放射性廢氣排放及監測情況正常，無任何異常排放事件發生，分析結果均顯示低於儀器最小可測量值。本年放射性廢氣排放活度統計如表 4 及圖 4。

#### 4.3 109 年放射性廢水排放統計

本年放射性廢水產生共計 1,498.447 立方公尺，經收集後，以廢水運送車運往核二廠並納入核二廠廢液處理系統處理後排放，為避免重覆估算，故放射性廢水排放統計均已併入核二廠排放年報中。

### 5.0 劑量評估

#### 5.1 關鍵群體年有效劑量

109 年放射性氣體排放核種分析結果顯示均低於最小可測量值，故不須進行關鍵群體年有效劑量評估。減容設施之放射性廢水排放所造成之民眾劑量已併入核二廠排放年報中。

#### 5.2 民眾年集體劑量

109 年放射性氣體排放核種分析結果顯示均低於最小可測量值，故不須進行民眾劑量評估。

#### 5.3 歷年關鍵群體年有效劑量

歷年放射性廢氣排放造成關鍵群體年有效劑量詳見表 5 及圖 5。

### 6.0 環境輻射監測結果檢討

因「減容中心」位於核二廠區內，故其環境監測作業併入核二廠環測計畫實施，詳見核二廠部分環測結果檢討。

### 7.0 特殊狀況統計

無特殊狀況發生。

## 8.0 合理抑低 (ALARA) 措施

該中心運轉迄今放射性廢氣、廢水排放活度，經計算評估造成之關鍵群體及民眾集體劑量，均遠低於法規限值。「減容中心」將持續加強輻射管制作業及焚化爐、超高壓壓縮機之運轉監測，以控制並減少除污廢水之排放，掌握系統運轉功能，避免氣體異常外釋。

## 9.0 結論

本年度整體營運良好，運轉期間之放射性廢氣核種分析結果均低於儀器之最小可測量值；另放射性廢水外釋劑量亦已併入核二廠廠外民眾劑量評估，按核二廠整廠之廢水排放對民眾造成之影響，均遠低於核能電廠環境輻射設計規範之法規設計限值；「減容中心」將持續努力，以繼續維持安全無虞之運轉，以確保環境與民眾之安全。

圖 1 放射性廢氣、廢水排放源位置圖

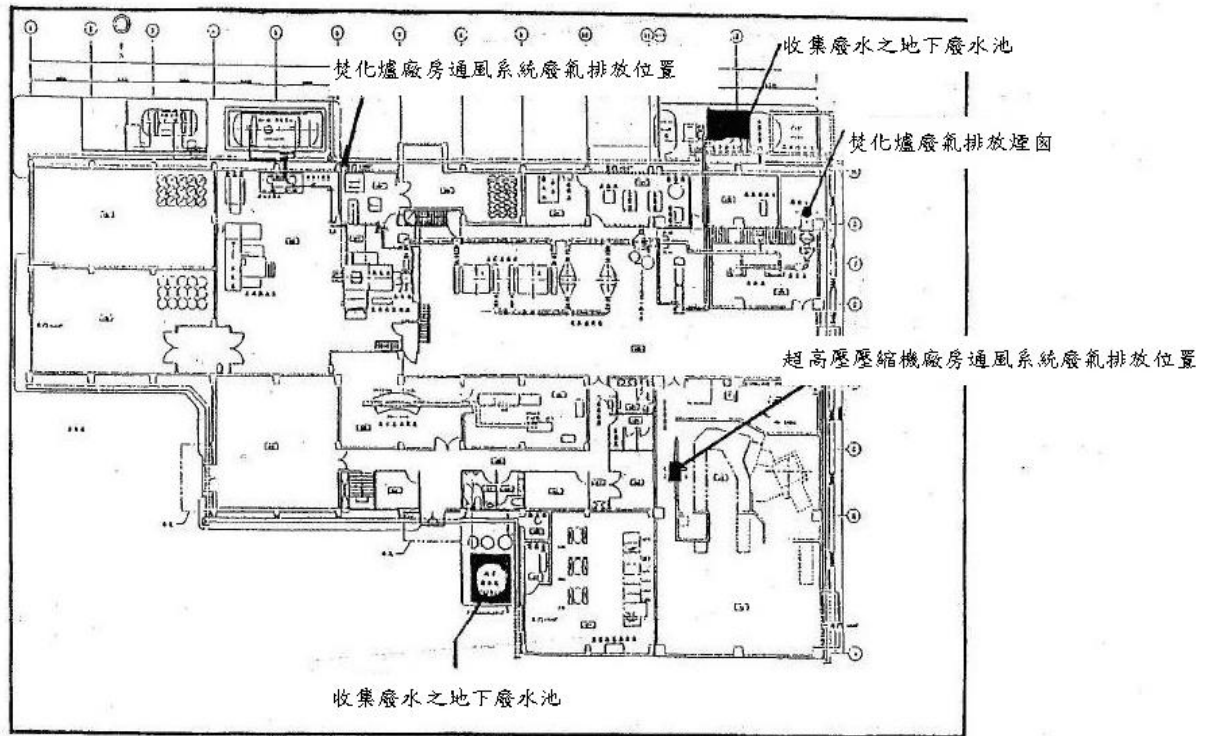


圖 2 放射性廢氣排放監測位置圖

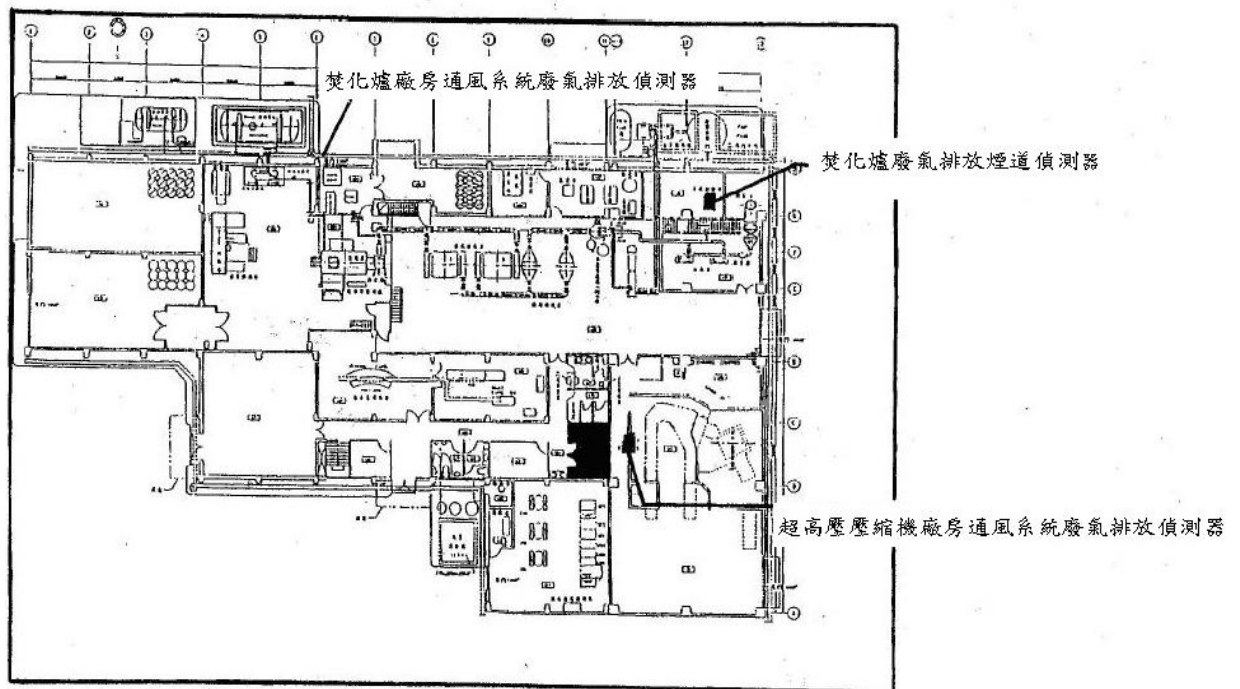
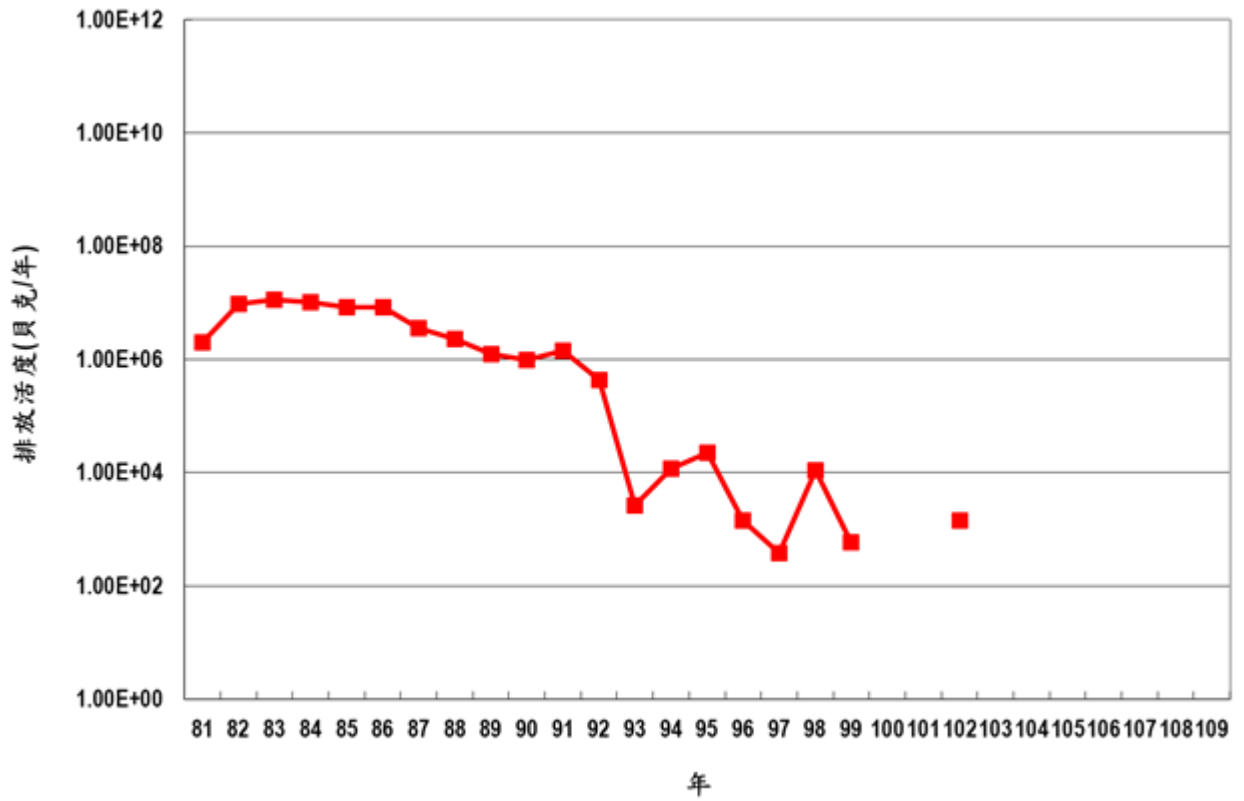


圖 3 歷年放射性廢氣排放活度統計圖



註: 圖上未標點(斷點)部分, 係排放活度小於最低可測值(MDA)。

圖 4 109 年放射性廢氣排放活度統計圖

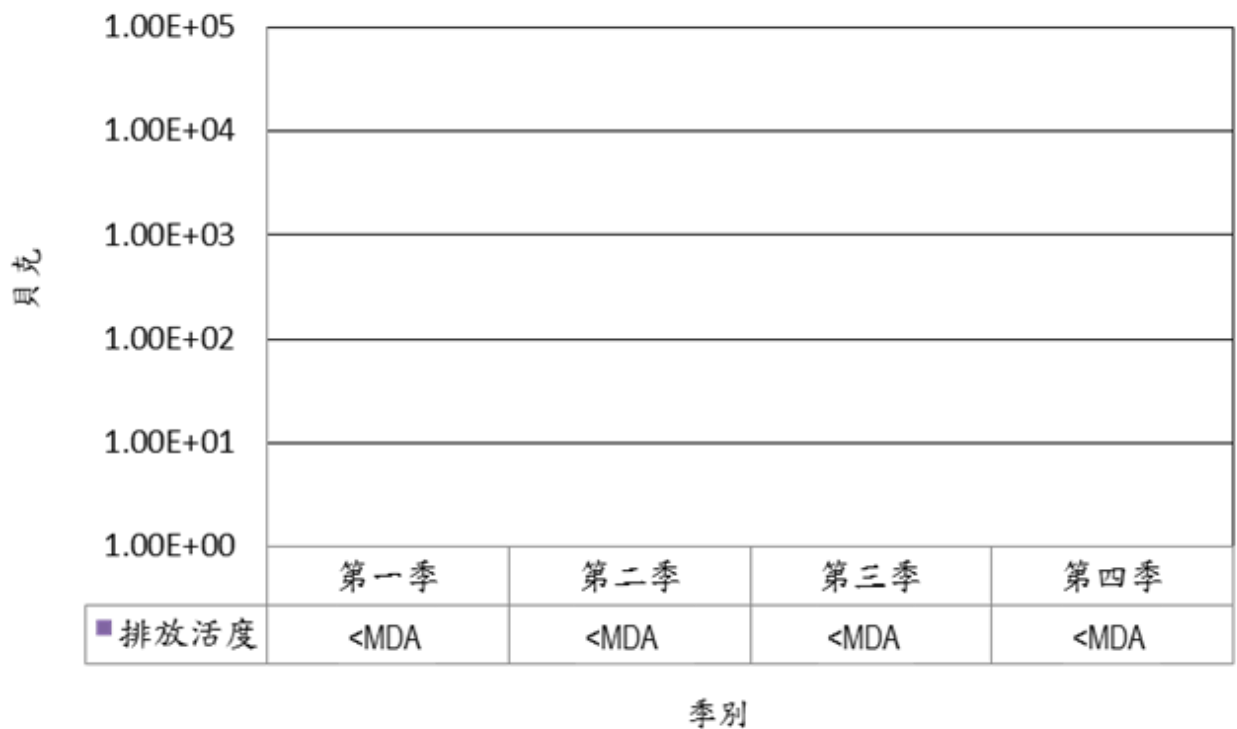
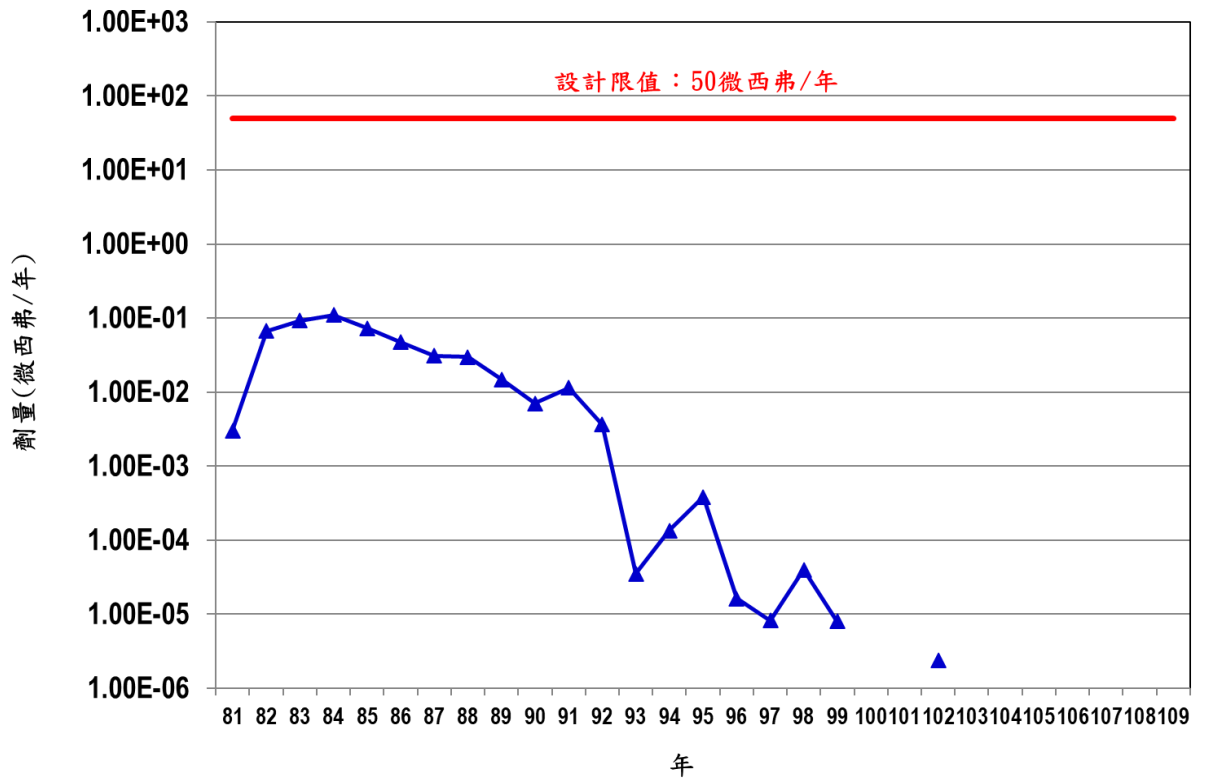


圖 5 歷年放射性廢氣排放造成關鍵群體有效劑量趨勢圖



註：圖上未標點(斷點)部分，係排放活度小於最低可測值(MDA)。



表 1 109 年運轉年報表

月份	可燃廢棄物進廠量 (kg)		焚化量 (kg)	灰渣裝桶數	灰渣重量 (kg)	可壓廢棄物進廠量 (桶數)			壓 縮			廢 水	
	核一	核二				核一	核二	減容	處理桶數	產生套桶數	運往核二暫存套桶數	送核二廠處理量(m <sup>3</sup> )	總活度 (KBq)
1	0.0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.387	<MDA
2	0.0	5697	2168.9	1	129	0	0	0	0	0	0	20.774	<MDA
3	0.0	11816	13105.4	17	1335	0	0	12	12	6	0	161.727	<MDA
4	0.0	14421	14136.3	14	1029	0	0	12	12	6	0	155.988	<MDA
5	0.0	17616	17830.5	10	1055	0	9	12	12	6	0	169.247	<MDA
6	0.0	2781	5958.8	5	421	0	0	10	10	5	11	87.984	<MDA
7	4143.1	18232	8179.9	17	840	0	0	0	0	0	0	98.371	<MDA
8	8283.4	9032	21652.6	20	1776	0	0	36	36	18	0	183.3	<MDA
9	0.0	24391	22010.9	18	1753	0	0	12	12	6	24	176.798	<MDA
10	0.0	21524	23731.0	19	1697	0	0	24	24	12	0	182.139	<MDA
11	0.0	23603	23980.7	22	1774	0	0	24	24	12	0	176.579	<MDA
12	0.0	8498	6663.9	14	1295	0	0	0	0	0	24	75.153	<MDA
總計	12426.5	157611	159418.9	157	13104	0	9	142	142	71	59	1498.447	<MDA

表 2 放射性廢氣排放監測儀器性能表

2-1

排氣系統	儀器型式	偵測類別	偵測範圍	儀器效率	警報(alarm)設定值
焚化爐系統	BAB-A4-2000	$\alpha$ 、 $\beta$	$\alpha$ : $10E-3\sim 10E+5$ Bq/m <sup>3</sup> $\beta$ : $10E-2\sim 10E+5$ Bq/m <sup>3</sup>	$\alpha\geq 9\%$ $\beta\geq 8\%$	23.7Bq/m <sup>3</sup>
焚化爐廠房通風系統	BAB-AM2	$\alpha$ 、 $\beta$	$10E-7\sim 10E-10\mu$ Ci/cc	$\alpha> 9\%$ $\beta> 7\%$	23.7Bq/m <sup>3</sup>
超高壓壓縮機廠房通風系統	BAB-A	$\alpha$ 、 $\beta$	$10E-7\sim 10E-10\mu$ Ci/cc	$\alpha> 9\%$ $\beta> 7\%$	23.7Bq/m <sup>3</sup>

註: 此表為民國 104 年 10 月 30 日(含)前, 減容中心採用之流程輻射監測系統

2-2

排氣系統	儀器型式	偵測類別	偵測範圍	單位容積效率 (cpm/ $\mu$ Ci/cc)	Alert、Alarm 設定值 ( $\mu$ Ci/c.c)
焚化爐系統	NMC CRM-90	$\beta$	$\beta$ : $4.0E-7\sim 4.0E-11$ $\mu$ Ci/cc	$1.23\times 10^{13}$	Alert : $5.40E-10$ Alarm : $6.40E-10$
焚化爐廠房通風系統	NMC CRM-90	$\beta$	$\beta$ : $4.0E-7\sim 4.0E-11$ $\mu$ Ci/cc	$1.18\times 10^{13}$	Alert : $5.40E-10$ Alarm : $6.40E-10$
超高壓壓縮機廠房通風系統	NMC CRM-90	$\beta$	$\beta$ : $4.0E-7\sim 4.0E-11$ $\mu$ Ci/cc	$1.26\times 10^{13}$	Alert : $5.40E-10$ Alarm : $6.40E-10$

註: 此表為自民國 104 年 11 月 1 日(含)後, 減容中心採用之流程輻射監測系統

表 3 歷年放射性廢氣排放活度統計表

單位：貝克

年 度	微 粒
81	2.00E+06
82	9.44E+06
83	1.14E+07
84	1.03E+07
85	8.29E+06
86	8.44E+06
87	3.54E+06
88	2.31E+06
89	1.24E+06
90	9.73E+05
91	1.42E+06
92	4.30E+05
93	2.65E+03
94	1.19E+04
95	2.23E+04
96	1.45E+03
97	3.82E+02
98	1.11E+04
99	5.94E+02
100	<MDA
101	<MDA
102	1.42E+03
103	<MDA
104	<MDA
105	<MDA
106	<MDA
107	<MDA
108	<MDA
109	<MDA

表 4 109 年放射性廢氣排放活度統計表

單位：貝克

核種 \ 季	第 1 季	第 2 季	第 3 季	第 4 季	合 計
Co-60	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
Cs-134	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
Cs-137	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
Mn-54	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
I-131	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
Cross $\alpha$	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA

表 5 歷年放射性廢氣排放造成關鍵群體有效劑量

單位：微西弗/年

年 度	有 效 劑 量
81	3.02E-03
82	6.72E-02
83	9.30E-02
84	1.10E-01
85	7.32E-02
86	4.73E-02
87	3.11E-02
88	3.00E-02
89	1.49E-02
90	7.09E-03
91	1.14E-02
92	3.63E-03
93	3.53E-05
94	1.35E-04
95	3.86E-04
96	1.64E-05
97	8.21E-06
98	3.99E-05
99	8.04E-06
100	—
101	—
102	2.37E-06
103	—
104	—
105	—
106	—
107	—
108	—
109	—
年法規設計限值	50

註：「-」為 100 年、101 年及 103~109 年之放射性廢氣分析結果均顯示低於儀器最小可測量值，故不需進行民眾劑量評估。

# 附錄二

## 109 年氣象資料摘要

## 109 年氣象資料摘要

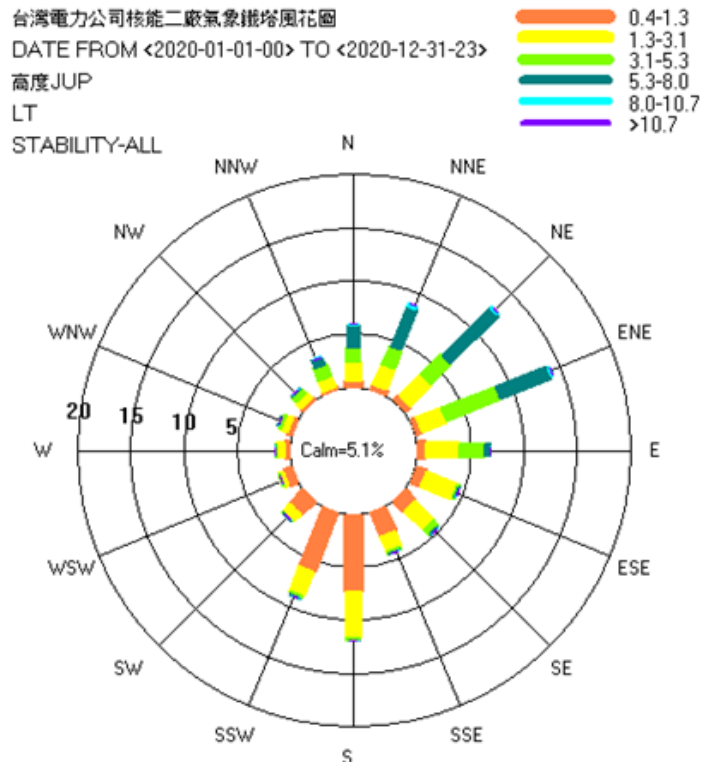
依核能二廠氣象鐵塔收集之氣象風向及風速資料顯示，本年（109 年）大都受冬季東北季風、夏季西南季風、其他季節大範圍天氣環流及地形造成之海陸風、山谷風等局部環流影響，依本年風花圖顯示吹東北東風及南風兩大風系，風速以東北東風為大。全年降雨共 179 天，而累積降雨量達 3,257mm。一般台灣北部降雨主要為冬季及春季之鋒面過境及梅雨所貢獻，夏季則為颱風帶來降雨，由本年降雨資料顯示，累積降雨量以冬季及秋季較多，下雨天數以冬季及春季較多。

單位：天

月份	一月	二月	三月	四月	五月	六月
降雨天數	14	12	20	18	17	7
月份	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
降雨天數	5	11	14	16	16	29

單位：mm

月份	一月	二月	三月	四月	五月	六月
降雨量	279	112.5	231	200.5	541	50.5
月份	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
降雨量	92.5	218.5	495.5	150	261.5	624.5



## 附錄三

### 民眾劑量評估使用量因子



表1 廢氣排放途徑民眾劑量評估最大合理使用量因子<sup>1</sup>

年齡群	關鍵群體使用量因子 (97.5th 百分位數)						民眾平均使用量因子 (平均值)					
	>17 歲	12-17 歲	7-12 歲	2-7 歲	1-2 歲	≤1 歲	>17 歲	12-17 歲	7-12 歲	2-7 歲	1-2 歲	≤1 歲
呼吸量 (m <sup>3</sup> /y)	8000	8000	3700	3700	1400	1400	8000	8000	3700	3700	1400	1400
農作物 (公斤/年)	227.57	173.29	139.69	116.79	88.06	38.36	74.28	59.97	49.82	37.12	26.32	7.89
葉菜 (公斤/年)	132.95	112.05	83.39	68.68	46.33	17.32	46.2	39.12	31.8	22.17	14.1	3.2
奶類 (公升/年)	165.5	151.86	176.75	303.65	465.18	585.67	28.83	33.97	39.19	74.72	133.37	146.79
肉類 (公斤/年)	70.07	77.43	59.74	34.37	20.74	7.82	23.45	24.39	19.78	11.91	6.22	1.05

註：

- 1.原始數據為依 106 年委託世新大學完成之「台灣南北部地區居民生活環境與飲食習慣調查」，適用期間為民國 108 年至民國 112 年。
- 2.依上述調查，葉菜、根菜、水果、稻米、雜糧、茶葉、肉類及奶類之當地產量未達自給自足，故依環境輻射監測規範中附件四「體外及體內劑量評估方法」，評估此等食物攝取之約定有效劑量時，另須考量市場稀釋修正因子進行修正。核二廠 20 公里範圍內無畜牧業發展，奶類市場稀釋修正因子取為 0.0，其餘由當地農牧產品的產銷情形，葉菜、根菜、稻米、水果、雜糧、茶葉及肉類之市場稀釋因子分別取為 0.138、0.385、0.131、0.132、0.775、0.059 及 0.316。
- 3.農作物係採 RG 1.109, table E-4、table E-5 建議為 22% 水果攝取量、54% 蔬菜（包括葉菜、根菜及茶葉）及 24% 穀類（包括稻米與雜糧）之加總。
- 4.本表空氣呼吸量引用自美國 R.G. 1.109。

表 2 廢水排放途徑民眾劑量評估最大合理使用量因子<sup>1</sup>

年齡群	關鍵群體使用量因子 (97.5th 百分位數)						民眾平均使用量因子 (平均值)					
	>17 歲	12-17 歲	7-12 歲	2-7 歲	1-2 歲	≤1 歲	>17 歲	12-17 歲	7-12 歲	2-7 歲	1-2 歲	≤1 歲
魚類 (公斤/年)	67.15	65.75	47.23	35.99	25.41	10.79	22.37	21.49	16.8	11.67	6.95	1.68
無脊椎類 (公斤/年)	35.16	32.89	26.71	18.02	13.93	4.92	10.86	10.61	8.89	5.35	2.96	0.63
海菜 (公斤/年)	18.14	16.06	14.83	12.52	10.17	4.44	5.5	4.9	4.49	4.07	2.42	0.48
沙灘停留 (小時/年)	1,548	234	234	234	0	0	70.68	66.46	38.30	35.30	0	0
游泳 (小時/年)	1,560	260	247	78	0	0	67.10	38.08	36.82	0.23	0	0
划船 (小時/年)	52	52	52	0	0	0	0.24	0.13	0.07	0	0	0

註：

- 1.原始數據為依 106 年委託世新大學完成之「台灣南北部地區居民生活環境與飲食習慣調查」，適用期間為民國 108 年至民國 112 年。
- 2.依上述調查，魚類、無脊椎類及海菜之當地產量未達自給自足，故依環境輻射監測規範中附件四「體外及體內劑量評估方法」，評估此等食物攝取之約定有效劑量時，另須考量市場稀釋因子進行修正，魚類、無脊椎及海菜之市場稀釋修正因子分別取為 0.597、0.337 及 0.064。
- 3.沙灘停留：關鍵群體使用量因子，>17 歲年齡層為沙灘從業人員，其他年齡層則選擇居民沙灘停留時間分佈之 97.5<sup>th</sup> 百分位數；民眾平均使用量因子，亦取居民沙灘停留時間之平均值。
- 4.游泳：關鍵群體使用量因子，>17 歲年齡層為游泳從業人員，其他年齡層為居民游泳時間分佈之 97.5<sup>th</sup> 百分位數；民眾平均使用量因子，取居民游泳時間之平均值。
- 5.划船：關鍵群體使用量因子，取居民划船時間分佈之 97.5<sup>th</sup> 百分位數；民眾平均使用量因子，取居民划船時間之平均值。