

核二廠環境試樣監測異常報告

修訂 1 版

台灣電力公司
106年1月11日

摘 要

核二廠一號機大修期間，於 12 月 8 日完成環境試樣量測，發現 12 月 5 日自廠界 202 取樣站所採草樣，測得微量碘-131(含量每公斤 5.90 貝克)，達環境試樣放射性調查基準(每公斤樣本碘-131 含量 4 貝克)，其他各站量測結果皆在正常範圍內。經大修停機完成核燃料檢查，研判應與燃料護套洩漏有關，台電公司已按規定通報行政院原子能委員會，並針對碘-131 來源進行調查及採取加強環境監測與必要之防範措施。

核二廠一號機因燃料護套洩漏，自今年 7 月一號機運轉期間，曾多次發生汽機廠房放射性廢氣排放口輻射監測器達電廠自設預警警戒值，當時核二廠為確保機組運轉期間之環境輻射安全符合自我管制及法規要求，即擬定「廠區與廠外環境輻射加強監測計畫」陳報原能會後實施。

105 年核二廠環境監測項目計有直接輻射、空浮微粒、水樣、草樣、生物試樣、土壤及岸砂等，共設有 163 站，今年僅上述一處廠界外圍牆邊草樣監測曾達到調查基準外，其他監測結果皆在正常範圍內。因碘-131 核種之半衰期僅約 8 天，且核二廠附近無畜牧場，廠界附近草樣均為雜草，與人類食物鏈無關，對民眾劑量安全與健康無任何影響。

由於核二廠一號機正進行大修中，台電公司已重新對維修排程進行檢討，並採取更嚴密的防護措施，及延緩大型設備之維修，同時以嚴格的標準對廠內外環境輻射加強監測。

目 錄

	說明	頁次
	前言	1
一、	事件說明	1
	(一)核二廠一號機燃料營運情形	1
	(二)廠內外環境輻射加強監測計畫	3
	(三)核二廠因應一號機燃料棒護套破損之延後維修規劃	4
	(四)核二廠廠區與環境監測結果	4
	(五)放射性廢氣排放對廠外環境與民眾輻射劑量影響	9
二、	已採行之改正措施	12
	(一)核二廠燃料完整性之改善	12
	(二)核二廠一號機延後維修規劃之重新檢討	13
	(三)廠內外環境輻射加強監測	13
三、	將採行之改正措施	15
	(一)核二廠燃料完整性之改善	15
	(二)核二廠系統洩漏之改善	15
	(三)核二廠放射性廢氣排放系統之改善	16
	(四)經驗回饋	16
四、	實施完成日期	17
	(一)核二廠燃料完整性之改善	17
	(二)核二廠系統洩漏之改善	17
	(三)核二廠放射性廢氣排放系統之改善	17
五、	結論	18
六、	附表	19
七、	附圖	45

前言

核二廠一號機大修期間，於12月8日完成環境試樣量測，發現12月5日自廠界GR202取樣站所採草樣，測得微量碘-131(含量每公斤5.90貝克)，達環境試樣放射性調查基準（每公斤樣本碘-131含量4貝克），其他各站量測結果皆在正常範圍內。經大修停機完成核燃料檢查，研判應與燃料棒護套洩漏有關，台電公司已按規定通報行政院原子能委員會，並針對碘-131來源進行調查及採取加強環境監測與必要之防範措施。

依據「環境輻射監測規範」，第肆節第27點規定：「試樣監測結果若超過調查基準時，設施經營者應依本準則第二十條第二項規定立即進行內部查證，並於確認數據後二小時內通報主管機關，書面報告應於三十日內送主管機關備查。」，本報告即為依此項環境輻射監測規範規定所提書面報告。

一、事件說明

(一) 核二廠一號機燃料營運情形

本公司核二廠一號機第 25 週期運轉期間為 104 年 5 月 30 日至 105 年 11 月 30 日。檢視前述運轉期間，該廠除遵循燃料廠家建議，採用最保守的「緩慢升載策略(soft operation)」，充分釋放燃料丸與護套間之應力外，亦每週取樣分析爐水及廢氣活度，俾監控爐心燃料護套完整性。

該廠一號機曾於 105 年 7 月停機檢修爐心探針系統(TIP)；機組起動時，因應機組之核心營運需求，同時執行約每 80 天一次之定期性控制棒佈局更換，將 A2 佈局更換成 B1 佈局。

105 年 7 月中旬發現，燃料可靠度指標(FRI)數值大於 300 $\mu\text{Ci}/\text{sec}$ ，高

於 WANO 衡量燃料瑕疵(defect)之準則，並在同月 22 日首次大於 1,000 $\mu\text{Ci}/\text{sec}$ ，經持續觀察一週(如附表 1)，發現 FRI 數值並未下降，且有緩慢增加趨勢。研判一號機爐心核燃料護套恐有不完整之虞，核二廠爰依 1032 營運程序書「核燃料受損對策程序書」之規定，進入一階行動階段因應，且採取保守策略，每日取樣以評估燃料護套完整性。

此外，亦發現控制棒佈局更換後，廢氣活度升高，推測應與控制棒佈局更換(A2 佈局更換成 B1 佈局)有關，故核二廠於 9 月 15 日(中秋節長假期)降載至 500 MWe，執行控制棒佈局更換，再將控制棒佈局由 B1 更換為 A2。進行控制棒佈局更換期間，同步監視線上蒸汽抽氣之放射性廢氣活度變化，發現疑似護套洩漏之燃料束應位於控制棒座標 20-13 附近，故決定將座標 20-13 之控制棒保持在全入位置，以壓抑該燃料束之功率。105 年 9 月 20 日機組恢復滿載後，廢氣核種 Xe-133 活度下降至一穩定之相對低點，FRI 維持在 400 至 900 $\mu\text{Ci}/\text{sec}$ 間，明顯低於 9 月 15 日前之 1,000 至 1,500 $\mu\text{Ci}/\text{sec}$ 。因控制棒 A2 佈局確可有效壓抑疑似護套洩漏燃料束之功率，且研判後續運轉時 FRI 值可維持穩定，因此核二廠續依 1032 營運程序書之一階行動階段要求，執行廢氣系統取樣分析，並密切追蹤 FRI 值趨勢，依程序書規定採行相關對應措施。

因造成 FRI 值上升的主因為「反應爐大幅度的功率變化」及「控制棒佈局更換」，故後續爐心營運僅依運轉規範需求，配合每月例行之汽機閘動作試驗進行降載，並執行控制棒棒位調整外，於 105 年 11 月 30 日大修前，機組營運係以穩定 FRI 值及廢氣活度為首要任務，不再降載調整棒位，以維持機組能滿載運轉。經一號機第 25 週期大修期間執行爐內燃料啜吸檢查，已成功定位出護套洩漏之燃料束，並將之移出反應爐，該束燃料位在座標 20-09 控制單元中，燃料編號為 K1H582。

(二) 廠內外環境輻射加強監測計畫

核二廠一號機汽機廠房密閉區放射性氣體排放流程輻射監測器(PRM 1T-61)自 105 年 4 月起發生數次警戒/警報訊號，且於 9 月份 PRM 1T-61 讀值升高，為加強環境監測頻度以確保民眾與環境安全，本公司自 105 年 10 月 3 日開始執行廠內外環境輻射加強監測計畫¹，內容如下：

1. 廠區監測區輻射加強監測計畫

考量電廠所處地理位置之風向(東北風與西南風)，於「核二廠廠區監測區監測計畫」中現有 10 站草樣取樣分析(如附圖 1)與 14 站土樣取樣分析(如附圖 2)外，以機組為中心點，選擇在其四周之上下風處，部分草樣與土樣取樣位置增加取樣頻度，以確保迅速發揮預知功能。

(1) 加強廠區草樣監測

修配工場、開關場內側、模擬中心、與垃圾焚化爐(舊址)4站，取樣分析頻次，由程序書908.1第6.2.3.4節規定每季乙次，提升頻次為每週乙次；其餘6站取樣分析頻次，由每季乙次，提升為每月乙次。

(2) 加強廠區土樣監測

修配工場、開關場內側、模擬中心與垃圾焚化爐(舊址)4站，取樣分析頻次，由程序書908.1第6.2.3.2節規定每季乙次，提升頻次為每週乙次；其餘10站取樣分析頻次，由每季乙次，提升為每月乙次。

2. 廠外環境輻射特別監測計畫

¹ 加強監測計畫詳如 105 年 10 月 19 日電核能部核發字第 1050018222 號函所提送之「核二廠一號機汽機廠房密封區域流程輻射監測器(PRM 1T-61)警報檢討及改善報告」。

依環境輻射監測計畫之選定具代表性或關鍵性(上、下風向、曝露途徑、農作物的生產期及距離等)之樣品及取樣點。考量造成民眾劑量曝露途徑之樣品(如：空氣、輻射累積劑量-TLD、蔬菜、土壤)及易吸附輻射塵之累積草樣、指標相思樹及沉降之定量雨水。樣品(空氣、蔬菜、土壤、指標相思樹及定量雨水)原則為每週取樣分析，TLD 頻度為每月計讀分析。

(三) 核二廠因應一號機燃料護套洩漏之延後維修規劃

核二廠為減少一號機大修期間現場工作人員與環境受燃料護套洩漏影響，於大修前即針對蒸汽、飼水、冷凝水及廢氣系統等相關可能受影響之設備，規劃延後維修時程，並於相關設備拆離系統前，由保健物理人員量測確認無污染擴散之虞始得為之。

經規劃需延後維修之設備與預定時程詳如附表 2，其中包括低壓汽機人孔蓋、冷凝器熱井人孔蓋由原大修規劃之正常維護時程第 1 天開啟延至第 3 天，低壓汽機外缸開啟由第 2 天延至第 8 天，除礦槽大修由第 2 天延至第 13 天，OFF GAS 系統大修由第 10 天延至第 13 天，RWCU 熱交換器檢修由第 11 天延至第 37 天等。

(四) 核二廠廠區與環境監測結果

1. 廠區試樣監測結果

(1) 連續輻射監測

核二廠廠區監測區設有修配工場、主警衛室、燃料倉庫、垃圾焚化爐(舊址)、模擬中心、大修宿舍、1號廢棄物貯存庫邊、油槽、保警中隊部及進水口等共計10個連續輻射監測站，以電腦連

線方式一天24小時連續監控各監測站之直接輻射劑量率，經整理105年10月3日至12月31日期間之監測資料，顯示各監測站之監測結果均無異常，如附圖3。

(2) 空氣試樣監測

核二廠於廠內監測區設有模擬中心、修配工場、主警衛室、開關場、進水口泵室等共計五處空氣取樣站，使用低流量抽氣機連續24小時抽氣一週後，取下收集空氣試樣之濾紙與活性炭匣分析計測；經整理105年10月3日至12月31日期間每週空氣取樣分析資料，於11月30日大修前，僅主警衛室、開關場與模擬中心(1次)曾測得微量I-131核種，其中以10月17日於機組最近的西南方位主警衛室乙站測得之 $5.65E-03$ 貝克/立方公尺最高；大修開始後，除進水口泵室外，其餘4站均測得微量I-131核種，其中仍以12月12日主警衛室乙站測得之 $8.00E-02$ 貝克/立方公尺最高。上述分析結果均遠低於「監測區空氣監測管制及因應行動基準」之查驗基準(0.03DAC)，詳如附表3。

(3) 草樣

核二廠於廠內監測區之1號機緊急柴油發電機西側、修配工場、雜項廢液廠房東南側、南側環廠平台、開關場內側、模擬中心、1號廢棄物貯存庫、垃圾焚化爐(舊址)、減容中心北側(2處)共設有10個取樣點。其中，修配工場、開關場內側、模擬中心與垃圾焚化爐(舊址)4站每週取樣分析一次，其餘6站每月取樣分析一次；經整理105年10月3日至12月31日期間取樣分析資料，大修前以11月15日於機組西南方之開關場內側測得碘-131之 5.27 貝克/公斤最高；大修開始後，除減容設施北側(1)、減容設施北側(2)兩站外，其餘各站均測得微量I-131核種，其中仍以12月13日於機組西南

方之開關場測得11.3貝克/公斤為最高，上述監測結果均遠低於「核能電廠監測區試樣放射性分析行動基準與因應行動」之查驗基準(20貝克/公斤)與調查基準(150貝克/公斤)，詳如附表4。

(4) 土壤

核二廠於廠內監測區之修配工場、水處理廠西側、南側環廠平台、主警衛室西側花園、開關場內側、供應組倉庫區、模擬中心、1號廢棄物貯存庫區、減容中心北側附近共計設置14個取樣點，其中，修配工場、開關場內側、模擬中心與垃圾焚化爐(舊址)4站每週取樣分析一次，其餘10站每月取樣分析一次；經整理105年10月3日至12月31日期間取樣分析資料，各取樣點之分析結果均低於儀器之最小可測量，亦即並無測得人工核種，詳如附表5。

2.環境試樣監測結果

自105年10月3日至12月31日各特別監測樣品熱發光劑量計(TLD)、空氣、蔬菜、土壤及草樣、相思樹(指標生物)、定量雨水、飲用水等歷次取樣及分析結果說明如下：

- (1) 熱發光劑量計監測結果：其累積劑量由月測值推估為年劑量變動範圍為 $3.69E-01$ ~ $5.18E-01$ 毫西弗/年，如附表6。
- (2) 空氣微粒及碘加馬能譜分析結果：均僅測得天然核種。
- (3) 蔬菜樣品加馬能譜分析結果，均僅測得天然核種，如附表7。
- (4) 土壤樣品加馬能譜分析結果：於大鵬國小(SL201)及萬里國小(SL210)僅測得銫-137(測值範圍為 $<MDA$ ~ $3.48E+00$ 貝克/公斤·乾重)，經與前5年變動範圍及運轉前背景值比對，應屬早期核爆殘餘，如附表8。
- (5) 草樣加馬能譜分析結果：測得碘-131及碘-133，如附表9。

- a.於 11A(GR201)及 4A(GR202)均測得碘-131(測值範圍為<MDA ~5.90E+00 貝克/公斤·鮮重,最高值出現於 12 月 5 日(5.90E+00 貝克/公斤·鮮重),地點 4A,東北東 0-1 公里。
 - b.碘-133(測值範圍為<MDA~5.28E+00 貝克/公斤·鮮重,最高值出現於 11 月 14 日(5.28E+00 貝克/公斤·鮮重),地點 4A,東北東 0-1 公里)。11 月 28 日以後未測得碘-133。
 - c.GR202(4A 東北東)於 12 月 5 日測值(5.90E+00 貝克/公斤·鮮重)超過調查基準(4.00E+00 貝克/公斤·鮮重)。
- (6) 相思樹(指標生物)樣品加馬能譜分析結果：測得碘-131及碘-133，如附表10。
- a.於蓄水池(IP201)及 14A(IP203)均測得碘-131(測值範圍為<MDA ~2.17E+00 貝克/公斤·鮮重,最高值出現於 12 月 5 日(2.17E+00 貝克/公斤·鮮重),地點 IP201,西 0-1 公里)。
 - b.碘-133(測值範圍為<MDA~3.38E+00 貝克/公斤·鮮重,最高值出現於 11 月 7 日(3.38E+00 貝克/公斤·鮮重),地點 IP203,西北西 0-1 公里)。
- (7) 定量雨水加馬能譜分析結果，均僅測得天然核種，如附表11。
- (8) 飲用水加馬能譜分析結果，僅測得天然核種，如附表12。
- (9) 綜合評估：執行特別監測僅於易吸附輻射塵之指標相思樹及沉降附著草樣測得I-131及133，因該取樣樣品為雜草且附近無畜牧，依曝露途徑對民眾劑量無貢獻。

3.草樣監測異常之確認與通報

有關本公司放射試驗室分析 12 月 5 日草樣(GR202,東北東 0-1 公里)超過「環境輻射監測規範」之「調查基準」乙節,其相關確認程序與通報時序說明如下：

- (1) 12月5日下午依環境加強取樣監測計畫赴編號GR202(4A) 草樣監測站位置進行取樣。
- (2) 12月6日將樣品前處理及裝罐後，放入純鍍偵檢器加馬多頻道能譜儀器計測。
- (3) 12月7日第一次分析結果顯示，碘-131活度為5.89 貝克/公斤·鮮重，超過「調查基準」4貝克/公斤·鮮重。
- (4) 放射試驗室立即依據「輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則」與「環境輻射監測規範」相關規定，進行內部查證。並依該室作業程序書 RL-EM-003「環境偵測作業方法管理程序書」執行下列措施：
 - a. K-40之1460.8keV能峰位置檢查（加馬核種分析）。
 - b. 偵檢器檢查：調閱偵檢器之品質管制紀錄，確認計測系統正常。
 - c. 試樣及標籤一致性確認。
 - d. 換機重複計測。經查證上述前三項(a,b,c)核對無誤後，隨即針對第d項以其他同型偵檢儀器進行複測查驗。
- (5) 12月7日放入純鍍偵檢器加馬多頻道能譜分析儀器計測，12月8日計測完成，第二次分析結果顯示，碘-131活度為5.99貝克/公斤·鮮重。
- (6) 12月8日為謹慎確保此一分析結果之正確性，再次以另一台同型偵檢儀器執行複測查驗，並於當天14時18分完成，第三次分析結果顯示，碘-131活度為6.18貝克/公斤·鮮重。
- (7) 12月8日14時55分完成確認草樣中碘-131活度超過「環境試樣放射性分析之預警基準」所規定「調查基準」。
- (8) 12月8日15時15分將「環境試樣監測異常通報表」電傳核能發電處，核能發電處於16時06分電傳原能會完成通報。

(五) 放射性廢氣排放對廠外環境與民眾輻射劑量影響

1. 放射性廢氣排放活度

依據核二廠線上取樣分析結果，估算105年10月01日至105年12月31日期間放射性氣體各核種排放活度如附表13。

2. 氣象監測資料與廠界濃度分布

核二廠氣象監測系統測得之風向、風速及溫度資料，均依美國核管會頒布之法規指引R.G. 1.23建議之大氣穩定度類別、風速級距與風向進行統計，產生聯合頻率分布表。由105年10月01日至105年12月31日期間之聯合頻率分布表繪製之風花圖（附圖4）顯示，16方位的各個風向均有來風，其中以東風、東北東風與東北風所佔的比例較高，其次為北北東風與南南西風。若單純由風向比例推測，下風向應以西方、西南西方與南方之濃度分布較高。

依聯合頻率分布表，利用美國核管會認可符合法規指引R.G.1.111之大氣擴散程式（XOQDOQ-82）可計算出之廠界各方位大氣擴散係數與沉降係數分布，其數值高低代表不同區域可以測量到放射性氣體於大氣中或其沉降於地表的濃度大小，如附表14與附圖5。由此計算結果顯示，大氣擴散係數數值以北北東方最高，其次依序為北方、西南方、西北西與南南西方；大氣沉降係數則以西方最高，其次依序為西南西方、西南方、北北東與南南西方。

此等分布顯然與單純由風向比例推測之結果有所差異，其主要原因係低風速比例較高的風向，會使其下風向的擴散相對較為不易，因此附圖4中低風速比例較高的南南西風，使其下風向北北東方之大氣擴散係數數值明顯高於其他方位。然而，大氣擴散係數與沉降係數分布，並無法單純由風花圖予以推測，必需依某段時間觀測的風向與風速統計分布利

用上述程式經過複雜計算而得之。

由105年10月01日至105年12月31日期間之大氣擴散係數與沉降係數分布，研判核二廠廠區監測區與環境較可能測得放射性氣體排放核種的區域，逆時針依序為北北東方、北方、西北西方、西方、西南西方、西南方與南南西方。然而自然界的風場並非完全依照假設之模式精準進行，各方位測得之放射性核種濃度分布與模式計算之大氣擴散係數與沉降係數分布必定有所差異。若考量其可能存在的變動，將16方位簡化為四個象限，則第一、二、三象限應是測得放射性氣體排放核種機會較高的區域。

此外，距離排放點之遠近則也是測得放射性氣體排放核種濃度高低的重要因素，核種濃度會隨著與排放點距離增加而降低。

前述之核二廠廠區與環境之監測結果確實符合上述推論：

- (1) 廠區空氣樣、草樣與環境之草樣、相思樹測得碘-131之測站大部分位於第一、二、三象限區域內，少數位於第四象限的廠區測站係因距離排放點較近，故亦測得碘-131。
- (2) 廠區空氣樣、草樣測站距離排放點較近，故其碘-131測值均高於環境空氣樣、草樣之分析結果。
- (3) 環境GR202(4A東北東)草樣站距離排放點較近，故其碘-131測值均高於 GR201(11A西南西)草樣之分析結果。

3. 廠外關鍵群體輻射劑量評估

依據核二廠一號機於105年10月01日至105年12月31日期間放射性氣體排放活度與前述以美國核管會認可符合法規指引R.G.1.111之大氣擴散程式(XOQDOQ-82)計算出之廠界各方位大氣擴散係數與沉降係數分布，利用本公司委託核能研究所依據美國核管會法規指引R.G.1.109所發展之放射性廢氣排放劑量評估程式(GASWIN)，計算廠界各方位之惰性

氣體造成廠界各方位有效劑量，以及放射性碘、氫及微粒等廢氣排放造成廠界各方位最大器官等價劑量，如附表15、附圖6。其中，以北北東方位之有效劑量2.11微西弗、器官等價劑量（甲狀腺等價劑量）5.81微西弗為最高，兩者均遠低於每年每部機組之設計限值。

雖然依實際調查，北北東方位附近並無居民，但若保守以此方位假設為關鍵群體的所在位置，核二廠一、二號機於105年10月01日至105年12月31日期間，放射性惰性氣體造成關鍵群體有效劑量分別為2.13微西弗、 $9.53E-04$ 微西弗，放射性碘、氫及微粒等廢氣造成之關鍵群體器官等價劑量分別為7.43微西弗及 $9.39E-02$ 微西弗，均遠低於每部機之設計限值，詳如附表16、17所示。

此外，估算105年全年核二廠惰性氣體排放造成關鍵群體有效劑量合計為6.47微西弗，放射性碘、氫及微粒等廢氣排放造成之關鍵群體器官等價劑量為9.60微西弗，均遠低於之設計限值及法規限值(1毫西弗/年)，且為台灣地區自然背景輻射(約2毫西弗/年)之千分之四以下，故對附近居民健康無任何影響，詳如附表18所示。

二、已採行之改正措施

(一) 核二廠燃料完整性之改善

1. 本公司核二廠近年發生燃料護套完整性有瑕疵事件，經查其主要肇因均源自「燃料丸表面製造缺陷」誘發燃料護套洩漏之非典型 PCI 破損及「爐屑磨損」。本公司核二廠已採行的改善措施如下：

- (1) 針對「燃料丸表面製造缺陷」的具體強化對策如下：請燃料廠家改善製程，AREVA 公司自 93 年 6 月起，全面改採用較嚴格之燃料丸表面製造缺陷接受準則及檢驗規範。此外，本公司核二廠二號機自第 22 週期(100 年 11 月)、一號機第 23 週期(101 年 6 月)起，2 部機組開始採用 FS-10 設計之燃料丸，因其特殊之邊緣削角(chamfer)設計，能有效抑止燃料丸表面缺陷所導致之非典型 PCI 護套洩漏。
- (2) 本公司核二廠自 96 年 2 月起迄今，反應爐升載過程均依燃料公司建議，採用最保守的「緩慢升載策略(soft operation)」，充分釋放燃料丸與護套間之應力。
- (3) 減少非計畫性之維護、檢修作業，並調整控制棒佈局至最佳化，盡量減少不必要的升降載。
- (4) 針對「爐屑磨損」所採取的具體強化對策如下：本公司核二廠自二號機第 21 週期(99 年 3 月)起所使用的新燃料，均採用高效能的爐屑過濾底部繫板(Fuel Guard debris filter)，其濾除效率為 90%，較舊式小孔式底部繫板之濾除效率(約 50%)大幅提高。目前兩部機已全部完成使用高效能的爐屑過濾底部繫板燃料設計。
- (5) 加強新燃料接收檢查，以防止有安全疑慮的燃料置入爐心。參考國內外有關新燃料接收檢查的典範案例及燃料廠家建議，提升新

燃料接收檢查成效。

- (6) 參考國內外有關吊卸作業的典範案例及燃料廠家建議，提升廠外和廠內的核燃料吊卸作業品質。
- (7) 依據燃料廠家的燃料保證條款化學水質要求及 EPRI 建議的水化學指引，擬定水質管理及控制標準，並據以遵循。
- (8) 另為防止異物入侵系統，降低燃料完整性受損風險，本公司核二廠將持續實施下列相關管制措施，包括：建立燃料廠房 3F 防止異物入侵措施、落實大修中防止異物入侵查核措施等。

(二) 核二廠一號機延後維修規劃之重新檢討

核二廠因應廠界草樣監測異常，重新檢討延後維修規劃，包括：

1. 全面封閉相關系統已拆離設備系統開口，如回蓋高壓汽機及低壓汽機外缸，回裝低壓汽機及冷凝器熱井人孔蓋，密封飼水加熱器人孔、密封蒸汽、飼水及冷凝水等系統相關管路設備檢修開口等。
2. 暫停相關系統後續之設備拆離、設備內部維修及儀器校正等作業：如主汽機、冷凝器、飼水系統、冷凝水系統、OFF GAS系統、RWCU系統等，詳如附表19。
3. 相關延後維修設備將待放射性碘-131核種濃度衰變至廠房與環境維持穩定後，再陸續進行維修(預計於106年2月1日開始²)。

(三) 廠內外環境輻射加強監測

為掌握廠內外環境輻射狀況以確保環境輻射安全及符合法規要求，特訂定「廠區監測區與場外環境輻射加強監測計畫」據以執行，並

² 為確保大修期間工作人員的輻射曝露合理抑低 (ALARA)，核二廠 1 號機第 25 次大修部分工作原規劃延至 106 年 2 月 1 日再展開，惟盤點各項監測數據，包含 1 號機反應爐水、各 PRM 外釋氣體之碘-131 核種濃度及汽機廠房各設備/組件之輻射狀況，皆呈穩定下降趨勢，且監測區及廠界各監測點之草試樣碘-131 核種量測值亦已降至大修停機前的水平，故重新檢討逐步啟動相關延後維修工作之規劃並擬定維修重啟計畫，自 1 月 9 日開始分批重啟。

於 105 年 12 月 12 日陳報原能會(電核能部核發字第 1058112503 號函)，
後依原能會審查意見增修，增修部分自 105 年 12 月 26 日起實施。

三、將採行之改正措施

(一) 核二廠燃料完整性之改善

目前該受損燃料束正進行檢查中，待釐清初步肇因後，本公司核二廠將提出進一步改正措施。

(二) 核二廠系統洩漏之改善

核二廠針對相關系統洩漏，已規劃利用本次大修進行檢修作業，包括：

- 1.高壓汽機水平接合面檢修:高壓汽機開蓋發現其外缸水平接合面有蒸汽沖蝕現象，將進行水平接合面整修，以避免蒸汽洩漏。
- 2.高壓汽機格蘭汽封鎖合法蘭面檢修:高壓汽機開蓋發現此法蘭面有蒸汽沖蝕現象，將進行整修，以避免蒸汽外漏或洩漏至格蘭汽封冷凝器後排出。
- 3.汽機格蘭汽封檢查更換:利用大修時機檢查格蘭汽封片，並核測調整格蘭汽封間隙，必要時將全面更新，以避免蒸汽外漏或洩漏至格蘭汽封冷凝器後排出。
- 4.汽機蒸汽控制閥汽封檢修:依維護排程執行汽封拆解及水壓測試，檢查有洩漏或水壓測試不合格者予以更新，以避免蒸汽洩漏。
- 5.運轉中洩漏設備檢修:運轉中發現有洩漏設備如汽水分離再熱器及蒸汽蒸發室內相關洩漏管閥，將於大修時予以更換或檢修。
- 6.汽機廠房相關閥門，除依維護排程執行閥體拆解檢修外，全面執行格蘭迫緊（packing）更換，以避免運轉中洩漏。
- 7.汽機廠房相關管路及飼水加熱器依規劃時程於本次大修期間執行測厚檢查，如有薄化則予以檢修更新，以避免運轉中洩漏。

（三）核二廠放射性廢氣排放系統之改善

核二廠針對放射性廢氣排放系統之改善主要從降低 OFF GAS FLOW 著手，包括：

- 1.經由大修停機階段進行氦氣查漏，將針對氦氣查漏有反應設備進行檢修，如低壓汽機外缸釋壓膜片、低壓汽機格蘭汽封、低壓汽機外缸下半部根閥、蒸汽旁通閥等。
- 2.拆檢其它通往冷凝器可能洩漏設備，視需要進行進一步維修，如汽水分離再熱器及飼水加熱器安全閥、汽水分離再熱器啟動逸氣管路、飼水泵汽機排汽膨脹接頭、主冷凝器橡膠膨脹接頭等。
- 3.通往冷凝器管閥全面預防性執行格蘭迫緊（packing）更換，相關管路依規劃時程執行測厚檢查及必要之更換。

（四）經驗回饋

未來如再發生燃料護套洩漏或爐水碘-131 活度過高時，核二廠將依本次大修之各項應變措施，包含訂定相關影響系統之延後維修計畫，追蹤各排放口之碘-131 濃度及相對應之輻射安全措施等，以有效降低對工作人員或環境之影響。

四、實施完成日期

(一) 核二廠燃料完整性之改善

目前該受損燃料束正進行檢查中，待釐清初步肇因後，本公司核二廠將提出進一步改正措施，預計於 106 年 3 月 1 日前提出。

(二) 核二廠系統洩漏之改善

針對相關系統洩漏，核二廠已規劃利用本次大修進行檢修作業，預計可在機組啟動前完成所有檢修作業。

(三) 核二廠放射性廢氣排放系統之改善

針對降低 OFF GAS FLOW 流量，核二廠已規劃利用本次大修進行相關設備檢修，預計可在機組啟動前完成所有檢修作業，並利用機組啟動階段依往例執行查漏作業，以確保 OFF GAS FLOW 流量降低。

五、結論

105 年核二廠一號機第 25 次大修期間曾於廠界草樣測得微量碘-131，量測結果超出環境試樣放射性調查基準，該類樣品係與人類食物鏈無關之雜草，對民眾劑量安全與健康無任何影響；另評估核二廠 2 部機組於 105 年 1 月 1 日至 105 年 12 月 31 日期間，外釋之放射性廢氣體造成民眾劑量均遠低於設計限值、法規限值與台灣地區天然背景輻射劑量，故對附近居民健康無任何影響。台電公司除按規定通報行政院原子能委員會外，並針對碘-131 來源進行調查及採取加強環境監測與必要之防範措施。

六、附 表

附表 1 燃料可靠度指標(FRI)監測數值

單位：μCi/sec

日期	FRI	日期	FRI	日期	FRI
2016/7/14	1	2016/7/21	900.2	2016/7/28	1091.2
2016/7/15	381	2016/7/22	1024.6	2016/7/29	1122.4
2016/7/18	883.5	2016/7/25	1090.3	2016/8/1	1309.3
2016/7/19	758.9	2016/7/26	980.1	2016/8/2	1299.7
2016/7/20	911.5	2016/7/27	1408.8	2016/8/3	1384.1

附表 2

核二廠 1EOC25 規劃延後檢修設備

項次	設備	正常維護時程	本次規劃時程	備註
1	低壓汽機人孔蓋開啟(8 只)	D1	D3(105.12.2)	已回蓋
2	冷凝器熱井人孔蓋開啟(4 只)	D1	D3(105.12.2)	已回蓋
3	低壓汽機外缸吊出(LP-1)	D2	D8(105.12.7)	已回蓋
4	除礦槽大修	D2	D13(105.12.12)	尚未執行
5	飼水泵汽機外缸吊出(C 台)	D4	D8(105.12.7)	已密封
6	汽機控制閥 TV 吊出	D4	D15(105.12.14)	尚未執行
7	蒸汽旁通閥 BPV 吊出	D4	D9(105.12.8)	已回裝
8	熱交換器 4/5/6 A/B 人孔開啟	D4	D7(105.12.6)	已密封
9	熱交換器 1 A/B 人孔開啟	D5	D16(105.12.15)	尚未執行
10	熱交換器 2/3 A/B 人孔開啟	D5	D10(105.12.9)	已密封
11	汽機控制閥 IV/RV 吊出	D5	D11(105.12.10)	尚未執行
12	高壓汽機外缸吊出	D5	D13(105.12.12)	已回蓋
13	飼水泵拆解(C 台)	D5	D8(105.12.7)	已密封
14	飼水泵汽機控制閥拆解(C 台)	D5	D9(105.12.8)	已密封
15	熱交換器安全閥拆解	D5	D10(105.12.9)	尚未執行
16	汽水分離再熱器 MSR 人孔開啟	D6	D9(105.12.8)	已密封
17	汽機控制閥 GV 吊出	D6	D8(105.12.7)	已密封
18	蒸汽抽氣器 SJAE 進口閥拆解	D7	D8(105.12.7)	已回裝
19	冷凝水泵吊出	D8	D62(106.1.30)	尚未執行
20	廢氣系統 OFF GAS 設備維護	D10	D13(105.12.12)	尚未執行
21	爐水淨化系統 RWCU 熱交換器檢修	D11	D37(106.1.5)	尚未執行
22	爐心隔離冷卻系統 RCIC 閥類檢修	D14	D17(105.12.16)	尚未執行
23	汽水分離再熱器 MSR 安全閥吊出	D14	D29(105.12.28)	尚未執行

附表 3

核能二廠廠區空氣試樣分析結果

單位：貝克/立方公尺

站名 取樣週期	進水口	模中	修配工場	主警衛室	開關場
10/03	<MDA	<MDA	<MDA	1.59E-03	<MDA
10/11	<MDA	<MDA	<MDA	2.27E-03	1.59E-03
10/17	<MDA	<MDA	<MDA	5.65E-03	3.08E-03
10/24	<MDA	6.74E-04	<MDA	3.45E-03	8.62E-04
11/01	<MDA	<MDA	<MDA	4.26E-03	2.06E-03
11/07	<MDA	<MDA	<MDA	5.27E-03	<MDA
11/14	<MDA	<MDA	<MDA	3.62E-03	1.03E-03
11/21	<MDA	<MDA	<MDA	3.96E-03	1.16E-03
11/28	<MDA	<MDA	<MDA	3.76E-03	2.23E-03
12/05	<MDA	1.79E-03	2.82E-03	3.11E-02	5.09E-03
12/12	<MDA	1.76E-03	<MDA	8.00E-02	2.62E-03
12/19	<MDA	<MDA	4.14E-03	1.05E-02	2.03E-03
12/26	<MDA	<MDA	1.30E-03	1.06E-02	<MDA

註：

1. 空氣試樣加馬分析含 I-131 及 I-133，本表為 I-131 分析結果。
2. MDA 係儀器最低可測值，若度量分析結果低於儀器之最低可測量(MDA)者，紀錄上應載明低於 MDA。I-131 之 MDA 為 4.96E-04 貝克/立方公尺。
3. I-131 之查驗基準(0.03DAC)為 5.67E+01 貝克/立方公尺，大於或等於該值應立即進行單位內部查證，並留存紀錄備查。
4. I-131 之調查基準(0.1DAC)為 1.89E+02 貝克/立方公尺，大於或等於該值應於 30 日內以書面報告送主管機關備查。

附表 4

核能二廠廠區草試樣分析結果 (含加強監測)

單位：Bq/kg

站名 取樣週期	1 號機緊急柴 油發電機西側	修配工場	雜項廢液 廠房東南側	減容設施 北側(1)	減容設施 北側(2)
10 月 17 日	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
10 月 24 日	NA	<MDA	NA	NA	NA
11 月 02 日	NA	<MDA	NA	NA	NA
11 月 08 日	NA	<MDA	NA	NA	NA
11 月 15 日	<MDA	<MDA	7.15E-01	<MDA	<MDA
11 月 22 日	NA	1.50E+00	NA	NA	NA
11 月 30 日	NA	<MDA	NA	NA	NA
12 月 07 日	NA	7.93E+00	NA	NA	NA
12 月 10 日	NA	2.77E+00	NA	NA	NA
12 月 13 日	3.57E+00	2.37E+00	5.32E+00	<MDA	<MDA
12 月 16 日	NA	2.30E+00	NA	NA	NA
12 月 19 日	NA	4.44E+00	NA	NA	NA
12 月 22 日	NA	3.93E+00	NA	NA	NA
12 月 26 日	NA	3.46E+00	NA	NA	NA
12 月 29 日	NA	2.21E+00	NA	NA	NA
站名 取樣週期	模擬操作中心	一號廢棄物 貯存庫	垃圾焚化爐 (舊址)	開關場內 側	南側 環廠平台
10 月 17 日	<MDA	<MDA	9.63E-01	3.83E+00	<MDA
10 月 24 日	<MDA	NA	3.77E-01	4.40E+00	NA
11 月 02 日	<MDA	NA	<MDA	4.60E+00	NA
11 月 08 日	<MDA	NA	<MDA	3.26E+00	NA
11 月 15 日	<MDA	<MDA	<MDA	5.27E+00	<MDA
11 月 22 日	<MDA	NA	<MDA	2.21E+00	NA
11 月 30 日	<MDA	NA	<MDA	4.82E+00	NA
12 月 07 日	<MDA	NA	1.98E+00	1.99E+00	NA
12 月 10 日	5.66E-01	NA	1.20E+00	1.01E+01	NA
12 月 13 日	<MDA	1.30E+00	1.29E+00	1.13E+01	9.32E-01
12 月 16 日	<MDA	1.10E+00	1.10E+00	7.44E+00	1.50E+00
12 月 19 日	<MDA	1.52E+00	5.88E-01	9.12E+00	7.52E-01

12月22日	<MDA	5.06E-01	5.24E-01	7.18E+00	6.85E-01
12月26日	<MDA	<MDA	<MDA	4.43E+00	<MDA
12月29日	<MDA	<MDA	<MDA	3.41E+00	<MDA

註1：MDA係儀器分析之最小可測量。

註2：本表為I-131分析結果。

註3：I-131之查驗基準為20 Bq/kg，調查基準為150 Bq/kg。

附表 5

核能二廠廠區土壤試樣分析結果 (含加強監測)

單位：Bq/kg (1/3)

站名 取樣週期	水處理廠西側附近區域	修配工場附近	雜項廢液廠房附近	東南角環廠平台	南側環廠平台
10月17日	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
10月24日	NA	<MDA	NA	NA	NA
11月02日	NA	<MDA	NA	NA	NA
11月08日	NA	<MDA	NA	NA	NA
11月15日	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
11月22日	NA	<MDA	NA	NA	NA
11月30日	NA	<MDA	NA	NA	NA
12月07日	NA	<MDA	NA	NA	NA
12月13日	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
12月19日	NA	<MDA	NA	NA	NA
12月26日	NA	<MDA	NA	NA	NA
調查基準	錳-54/鈷-58/鈷-60：4.4E+03 Bq/kg 銫-134：3.0E+03 Bq/kg 銫-137：3.0E+04 Bq/kg				

附表 5

核能二廠廠區土壤試樣分析結果 (含加強監測)

單位：Bq/kg (2/3)

站名 取樣週期	西南角 環廠平台	主警衛室西 側花園附近	開關場 附近	供應組 倉庫區附近	模擬操作 中心附近
10月17日	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
10月24日	NA	NA	<MDA	NA	<MDA
11月02日	NA	NA	<MDA	NA	<MDA
11月08日	NA	NA	<MDA	NA	<MDA
11月15日	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
11月22日	NA	NA	<MDA	NA	<MDA
11月30日	NA	NA	<MDA	NA	<MDA
12月07日	NA	NA	<MDA	NA	<MDA
12月13日	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
12月19日	NA	NA	<MDA	NA	<MDA
12月26日	NA	NA	<MDA	NA	<MDA
調查基準	錳-54/鈷-58/鈷-60：4.4E+03 Bq/kg 銻-134：3.0E+03 Bq/kg 銻-137：3.0E+04 Bq/kg				

附表 5 核能二廠廠區土壤試樣分析結果 (含加強監測)

單位：Bq/kg (3/3)

站名 取樣週期	一號廢棄物 貯存庫區附 近	垃圾焚化爐 (舊址)	減容設施北 側附近(1)	減容設施北 側附近(2)
10月17日	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
10月24日	NA	<MDA	NA	NA
11月02日	NA	<MDA	NA	NA
11月08日	NA	<MDA	NA	NA
11月15日	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
11月22日	NA	<MDA	NA	NA
11月30日	NA	<MDA	NA	NA
12月07日	NA	<MDA	NA	NA
12月13日	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
12月19日	NA	<MDA	NA	NA
12月26日	NA	<MDA	NA	NA
調查基準	錳-54/鈷-58/鈷-60：4.4E+03 Bq/kg 銫-134：3.0E+03 Bq/kg 銫-137：3.0E+04 Bq/kg			

(3/3)

附表 6 核能二廠環境熱發光劑量計計讀結果

熱發光劑量計				
樣品編號		TLD237	TLD243	TLD246
取樣地點		4A	聯勤	三百步嶺
佈放日期	取回日期	累積劑量(毫西弗/年)		
105/10/03	105/11/01 (第 1 次)	2.71E-01	2.79E-01	4.18E-01
105/11/01	105/11/28 (第 2 次)	4.11E-01	3.69E-01	5.18E-01
正常變動範圍		4.22E-01 ~7.40E-01	3.34E-01 ~5.12E-01	4.63E-01 ~8.33E-01

註：正常變動範圍=過去 5 年(100-104)平均值±3 倍標準差

附表 7 核能二廠環境蔬菜樣分析結果

蔬菜			
樣品編號		VT201	VT202
取樣地點		萬里	大鵬
取樣日期	核種	貝克/公斤·鮮重	
105/10/05	碘-131	<MDA	<MDA
105/10/06	銫-137	<MDA	<MDA
105/10/12	碘-131	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/10/17	碘-131	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/10/24	碘-131	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/11/01	碘-131	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/11/07	碘-131	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/11/14	碘-131	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/11/22	碘-131	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/11/28	碘-131	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/12	碘-131	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/19	碘-131	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/27	碘-131	<MDA	<MDA
105/12/28	銫-137	<MDA	<MDA

附表 8

核能二廠環境土壤樣分析結果

土壤					
樣品編號		SL201	SL210	SL236	SL220
取樣地點		大鵬國小	萬里國小	4A	明光碼頭
取樣日期	核種	貝克/公斤·乾重			
105/10/03	鈷-60 銻-137	<MDA 3.48E+00	<MDA <MDA	<MDA <MDA	NA
105/10/12	鈷-60 銻-137	<MDA 3.01E+00	<MDA <MDA	<MDA <MDA	NA
105/10/17	鈷-60 銻-137	<MDA <MDA	<MDA <MDA	<MDA <MDA	NA
105/10/26	鈷-60 銻-137	<MDA 1.76E+00	<MDA 8.24E-01	<MDA <MDA	NA
105/11/01	鈷-60 銻-137	<MDA 1.27E+00	<MDA <MDA	<MDA <MDA	NA
105/11/07	鈷-60 銻-137	<MDA <MDA	<MDA <MDA	<MDA <MDA	NA
105/11/14	鈷-60 銻-137	<MDA 1.49E+00	<MDA <MDA	<MDA <MDA	NA
105/11/22	鈷-60 銻-137	<MDA <MDA	<MDA <MDA	<MDA <MDA	NA
105/11/28	鈷-60 銻-137	<MDA <MDA	<MDA 1.10E+00	<MDA <MDA	NA
105/12/12	鈷-60 銻-137	<MDA 1.59E+00	<MDA <MDA	<MDA <MDA	NA
105/12/13	鈷-60 銻-137	<MDA 1.56E+00	<MDA <MDA	<MDA <MDA	NA
105/12/15	鈷-60 銻-137	NA	NA	NA	<MDA <MDA
105/12/19	鈷-60 銻-137	<MDA 1.54E+00	<MDA <MDA	<MDA <MDA	<MDA <MDA
105/12/27	鈷-60 銻-137	<MDA 1.72E+00	<MDA <MDA	<MDA <MDA	<MDA <MDA

附表 9 核能二廠環境草樣分析結果

草樣			
樣品編號		GR201	GR202
取樣地點		11A	4A
取樣日期	核種	貝克/公斤·鮮重	
105/10/03	碘-131	<MDA	<MDA
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/10/12	碘-131	<MDA	<MDA
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/10/17	碘-131	<MDA	<MDA
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/10/26	碘-131	<MDA	1.00E+00
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/11/01	碘-131	3.31E-01	4.66E-01
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/11/07	碘-131	4.40E-01	1.55E+00
	碘-133	<MDA	2.79E+00
	銫-137	<MDA	<MDA
105/11/14	碘-131	3.73E-01	1.82E+00
	碘-133	9.96E-01	5.28E+00
	銫-137	<MDA	<MDA
105/11/22	碘-131	<MDA	1.97E+00
	碘-133	<MDA	2.68E+00
	銫-137	<MDA	<MDA
105/11/28	碘-131	3.74E-01	7.70E-01
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/05	碘-131	1.13E+00	5.90E+00
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/07	碘-131	NA	5.08E+00
	碘-133		<MDA
	銫-137		<MDA
105/12/08	碘-131	NA	4.33E+00
	碘-133		<MDA
	銫-137		<MDA
105/12/09	碘-131	NA	3.69E+00

草樣			
樣品編號		GR201	GR202
取樣地點		11A	4A
取樣日期	核種	貝克/公斤·鮮重	
	碘-133 銫-137		<MDA <MDA
105/12/10	碘-131 碘-133 銫-137	NA	1.14E+00 <MDA <MDA
105/12/11	碘-131 碘-133 銫-137	NA	5.36E+00 <MDA <MDA
105/12/12	碘-131 碘-133 銫-137	2.94E+00 <MDA <MDA	3.19E+00 <MDA <MDA
105/12/13	碘-131 碘-133 銫-137	1.57E+00 <MDA <MDA	4.76E+00 <MDA <MDA
105/12/14	碘-131 碘-133 銫-137	NA	5.03E+00 <MDA <MDA
105/12/15	碘-131 碘-133 銫-137	NA	4.60E+00 <MDA <MDA
105/12/16	碘-131 碘-133 銫-137	1.26E+00 <MDA <MDA	3.26E+00 <MDA <MDA
105/12/17	碘-131 碘-133 銫-137	6.68E-01 <MDA <MDA	3.39E+00 <MDA <MDA
105/12/18	碘-131 碘-133 銫-137	8.64E-01 <MDA <MDA	3.09E+00 <MDA <MDA
105/12/19	碘-131 碘-133 銫-137	<MDA <MDA <MDA	1.66E+00 <MDA <MDA
105/12/20	碘-131 碘-133 銫-137	5.64E-01 <MDA <MDA	2.11E+00 <MDA <MDA
105/12/21	碘-131 碘-133 銫-137	<MDA <MDA <MDA	1.64E+00 <MDA <MDA

草樣			
樣品編號		GR201	GR202
取樣地點		11A	4A
取樣日期	核種	貝克/公斤·鮮重	
105/12/22	碘-131	3.58E-01	1.67E+00
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/23	碘-131	4.21E-01	9.67E-01
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/24	碘-131	<MDA	9.34E-01
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/25	碘-131	7.04E-01	1.53E+00
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/26	碘-131	9.88E-01	1.27E+00
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/27	碘-131	<MDA	2.47E+00
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/28	碘-131	<MDA	1.81E+00
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/29	碘-131	<MDA	6.81E-01
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/30	碘-131	<MDA	7.61E-01
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/31	碘-131	<MDA	4.55E-01
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA

註：

1.碘-131調查基準：4貝克/公斤

2.105/12/09、105/12/10、105/12/12、105/12/12、105/12/16及105/12/17分析結果，
碘-131皆低於調查基準。

3.GR201在105/12/16及105/12/17分析結果碘-131皆低於調查基準。

附表 10 核能二廠環境指標生物相思樹分析結果

指標生物相思樹			
樣品編號		IP201	IP203
取樣地點		蓄水池	14A
取樣日期	核種	貝克/公斤·鮮重	
105/10/03	碘-131	8.72E-01	1.00E+00
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/10/12	碘-131	<MDA	3.38E-01
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/10/17	碘-131	2.49E-01	8.23E-01
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/10/26	碘-131	9.93E-01	1.62E+00
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/11/01	碘-131	1.15E+00	7.45E-01
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/11/07	碘-131	1.04E+00	1.11E+00
	碘-133	1.72E+00	3.38E+00
	銫-137	<MDA	<MDA
105/11/14	碘-131	5.17E-01	6.73E-01
	碘-133	1.23E+00	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/11/22	碘-131	4.65E-01	4.94E-01
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/11/28	碘-131	4.67E-01	7.68E-01
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/05	碘-131	2.17E+00	2.06E+00
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/08	碘-131	1.26 E+00	1.65 E+00
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/09	碘-131	9.00E-01	1.25E+00
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/12	碘-131	1.96E+00	1.94E+00
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/19	碘-131	1.13E+00	9.94E-01
	碘-133	<MDA	<MDA

指標生物相思樹			
樣品編號		IP201	IP203
取樣地點		蓄水池	14A
取樣日期	核種	貝克/公斤·鮮重	
	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/27	碘-131	8.91E-01	8.50E-01
	碘-133	<MDA	<MDA
	銫-137	<MDA	<MDA

附表 11 核能二廠環境定量雨水分析結果

定量雨水			
樣品編號		QW201	QW202
取樣地點		消防水池邊	13A
取樣日期	核種	貝克/公升	
105/10/03	銫-137	<MDA	<MDA
105/10/12	銫-137	<MDA	<MDA
105/10/17	銫-137	<MDA	<MDA
105/10/26	銫-137	<MDA	<MDA
105/11/01	銫-137	<MDA	<MDA
105/11/07	銫-137	<MDA	<MDA
105/11/14	銫-137	<MDA	<MDA
105/11/22	銫-137	<MDA	<MDA
105/11/28	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/12	銫-137	<MDA	<MDA
105/12/19	銫-137	缺樣(降雨量不足)	缺樣(降雨量不足)
105/12/27	銫-137	<MDA	<MDA

附表 12 核能二廠環境飲用水分析結果

飲用水		
樣品編號		DW214
取樣地點		中幅淨水場
取樣日期	核種	貝克/公升
105/12/14	銫-137	<MDA

附表 13

核二廠一號機 105 年 10 月 01 日至 105 年 12 月 31 日期間
放射性氣體排放活度

排 放 點	一 號 機	二 號 機
排 放 核 種	排 放 量 (Bq)	
1、分裂及活化氣體		
Ar - 41	3.53E+10	<MDA
Kr - 85	<MDA	<MDA
Kr - 85m	5.03E+11	<MDA
Kr - 87	1.69E+11	<MDA
Kr - 88	1.19E+11	<MDA
Kr - 89	<MDA	<MDA
Xe - 131	<MDA	<MDA
Xe - 133	5.05E+11	1.52E+10
Xe - 133m	3.55E+07	<MDA
Xe - 135	6.31E+11	<MDA
Xe - 135m	1.91E+12	<MDA
Xe - 137	1.27E+13	<MDA
Xe - 138	3.86E+12	<MDA
2、碘		
I - 131	6.84E+08	7.60E+06
I - 132	7.54E+06	1.96E+05
I - 133	1.15E+08	4.75E+06
I - 134	3.06E+06	<MDA
I - 135	2.98E+07	<MDA
3、微粒		
Ba - 139*	9.61E+07	1.14E+06
Ba - 140	9.51E+06	<MDA
Ce - 141	<MDA	<MDA
Co - 60	<MDA	<MDA
Cs - 134	<MDA	<MDA
Cs - 137	<MDA	<MDA
Cs - 138*	2.52E+07	1.52E+06
La - 140*	9.79E+06	<MDA
Rb - 89*	8.77E+06	<MDA
Sr - 89	1.78E+06	<MDA
Sr - 90	3.84E+04	<MDA
Sr - 91*	1.06E+07	<MDA
Te - 132	<MDA	<MDA
4、氫		
H - 3	1.02E+11	2.60E+10
5、氮 - 13		
N - 13	2.25E+11	<MDA

*註:

- 1、上表中標示「*」者表示該核種為半化期小於八天之微粒核種。
- 2、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）。故核種半化期小於八天之微粒核種，不納入本報告之劑量評估。
- 3、因燃料輕微受損，致增加許多短半化期分裂核種。

附表 14

核二廠廠界各方位大氣擴散係數與沉降係數數值
(105 年 10 月 01 日至 105 年 12 月 31 日期間)

方位	大氣擴散係數 χ/Q (sec/m ³)	大氣沉降係數 D/Q (m ⁻²)
S	4.20E-06	1.04E-08
SSW	5.95E-06	2.65E-08
SW	9.90E-06	4.92E-08
WSW	9.49E-06	5.25E-08
W	1.38E-05	5.71E-08
WNW	1.18E-05	2.15E-08
NW	1.11E-05	1.69E-08
NNW	9.65E-06	9.75E-09
N	2.64E-05	1.75E-08
NNE	4.70E-05	3.06E-08
NE	8.80E-06	6.38E-09
ENE	2.01E-06	1.40E-09
E	1.57E-06	1.12E-09
ESE	2.37E-06	2.46E-09
SE	2.83E-06	3.64E-09
SSE	1.58E-06	5.77E-09

附表 15

核二廠廠界各方位
 惰性氣體之有效劑量與碘微粒氙之器官等價劑量
 (105 年 10 月 01 日至 105 年 12 月 31 日期間)

方位	有效劑量 (微西弗)	器官(甲狀腺)等價劑量 (微西弗)
S	3.73E-01	1.11E+00
SSW	6.09E-01	3.31E+00
SW	9.80E-01	4.21E+00
WSW	1.20E+00	4.41E+00
W	1.70E+00	5.06E+00
WNW	9.51E-01	2.05E+00
NW	7.30E-01	1.73E+00
NNW	4.91E-01	1.72E+00
N	1.20E+00	4.19E+00
NNE	2.13E+00	7.43E+00
NE	3.85E-01	1.43E+00
ENE	8.70E-02	3.23E-01
E	6.75E-02	2.54E-01
ESE	1.13E-01	4.27E-01
SE	1.41E-01	5.51E-01
SSE	1.91E-01	5.25E-01

表 16 核二廠 105 年 10 月 01 日至 105 年 12 月 31 日期間
放射性惰性氣體造成之關鍵群體有效劑量

惰 性 氣 體		
方 位	NNE	NNE
機 組	一號機	二號機
有效劑量 途徑：空浸 (微西弗)	2.13E+00	9.53E-04
每季設計限值 (微西弗)	25	25
與限值比	8.52E-02	3.81E-05
空氣加馬輻射 (微戈雷)	3.05E+00	2.15E-03
每季設計限值 (微戈雷)	50	50
與限值比	6.10E-02	4.30E-05
空氣貝他輻射 (微戈雷)	2.36E+00	6.40E-03
每季設計限值 (微戈雷)	100	100
與限值比	2.36E-02	6.40E-05

註：本表係以廠周界劑量評估結果最高值為虛擬關鍵群體，依調查該方位附近並無居住人口。

表 17 核二廠 105 年 10 月 01 日至 105 年 12 月 31 日期間
放射性廢氣造成之關鍵群體器官等價劑量

碘、微粒、氫		
方位	NNE	NNE
機組	一號機	二號機
輻射影響途徑	甲狀腺	甲狀腺
地面沉積	2.98E-03	3.34E-05
農作物	1.58E+00	1.85E-02
肉類	1.81E-01	2.38E-03
呼吸	5.67E+00	7.30E-02
合計	7.43E+00	9.39E-02
每季設計限值 (微西弗)	75	75
與限值比	9.91E-02	1.25E-03

註：本表係以廠周界劑量評估結果最高值為虛擬關鍵群體，依調查該方位附近並無居住人口。

表 18 核二廠 105 年放射性廢氣造成之關鍵群體劑量

機組	有效劑量(微西弗)		等價劑量(微西弗)	
	一號機	二號機	一號機	二號機
第 1 季	4.90E-01	8.16E-02	1.23E-01	3.97E-02
第 2 季	1.11E+00	1.40E-02	6.09E-01	1.88E-01
第 3 季	2.64E+00	3.28E-03	1.06E+00	5.44E-02
第 4 季	2.13E+00	9.53E-04	7.43E+00	9.39E-02
小計	6.37E+00	9.98E-02	9.22E+00	3.76E-01
總計	6.47E+00		9.60E+00	
設計限值	100		150	
佔比	6%		6%	

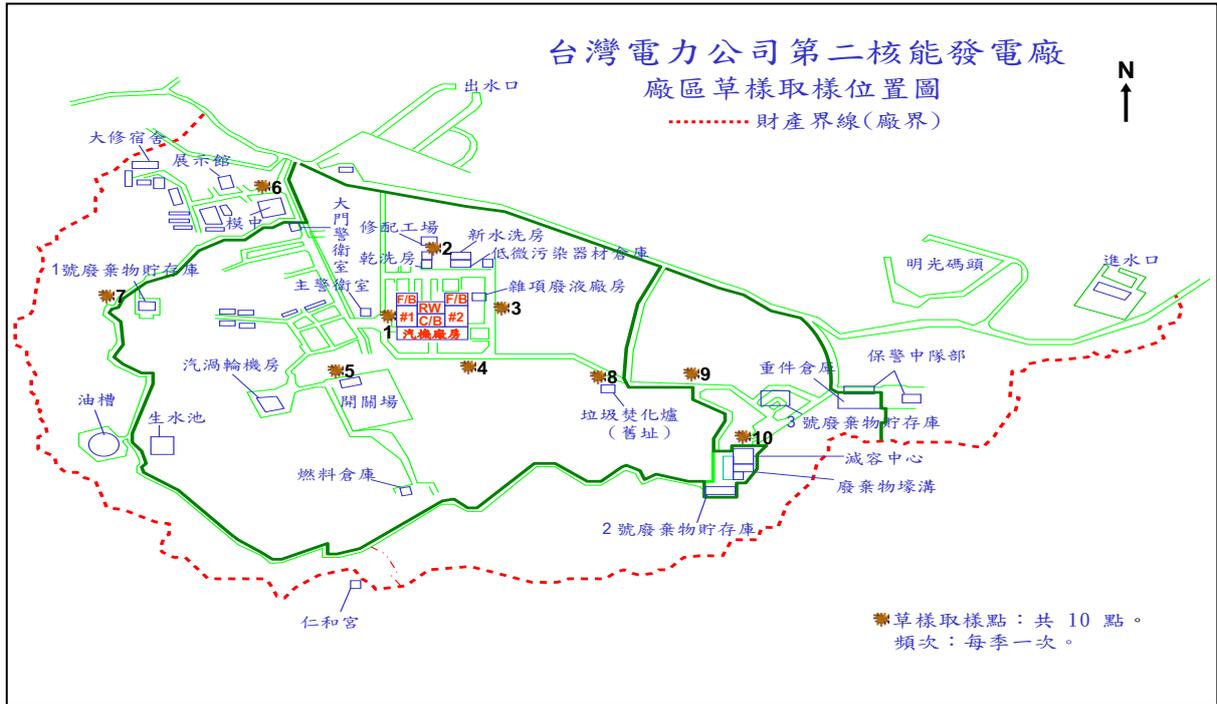
註：此處年劑量係以各季評估之最大值保守累計，105 年排放年報將再以全年劑量放射性氣體排放活度與全年氣象資料重新評估。

附表 19

核二廠 105.12.14 起暫停作業項目

序號	項目	工作說明
1	主汽機大修及維護工作	開口密封暫停拆解工作， 僅作外部設備檢修與已拆設備整理
2	主冷凝器內部維護工作	開口密封暫停工作
3	飼水加熱器大修作業	開口密封暫停工作
4	MSR 汽水分離再熱器大修作業	開口密封暫停工作
5	飼水泵及飼水泵汽機大修作業	開口密封暫停拆解工作， 僅作外部設備檢修與已拆設備整理
6	冷凝水泵大修作業	尚未執行暫停工作
7	除礦槽大修檢查維修工作	尚未執行暫停工作
8	OFF GAS 系統大修作業	尚未執行暫停工作
9	汽機廠房管閥大修作業	開口密封暫停閥體拆解工作
10	MSIV A/B 大修作業	尚未執行暫停工作
11	MSIV C/D 大修作業	開口密封暫停工作
12	RWCU 系統大修作業	尚未執行暫停工作
13	RCIC 管閥大修作業	尚未執行暫停工作

七、附圖



附圖 1 核二廠廠區監測區草樣取樣佈點



附圖 2 核二廠廠區監測區土樣取樣佈點

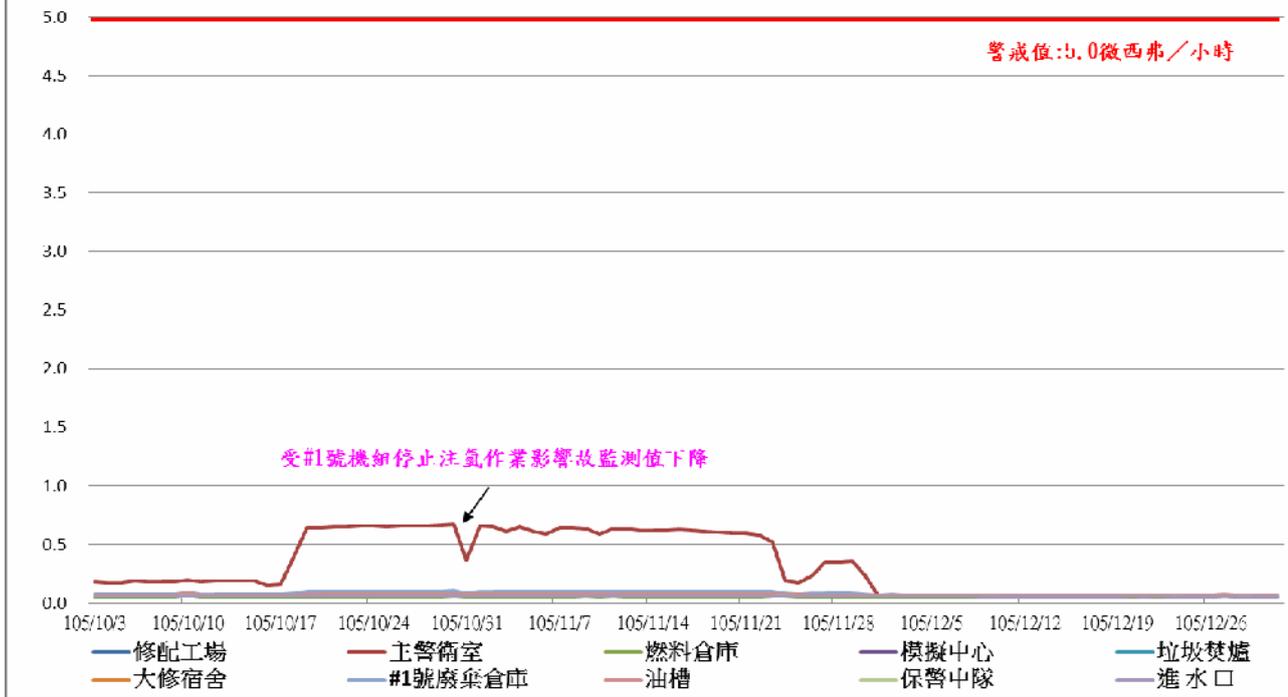
核二廠廠內監測區直接輻射劑量率趨勢圖

劑量率(微西弗/小時)

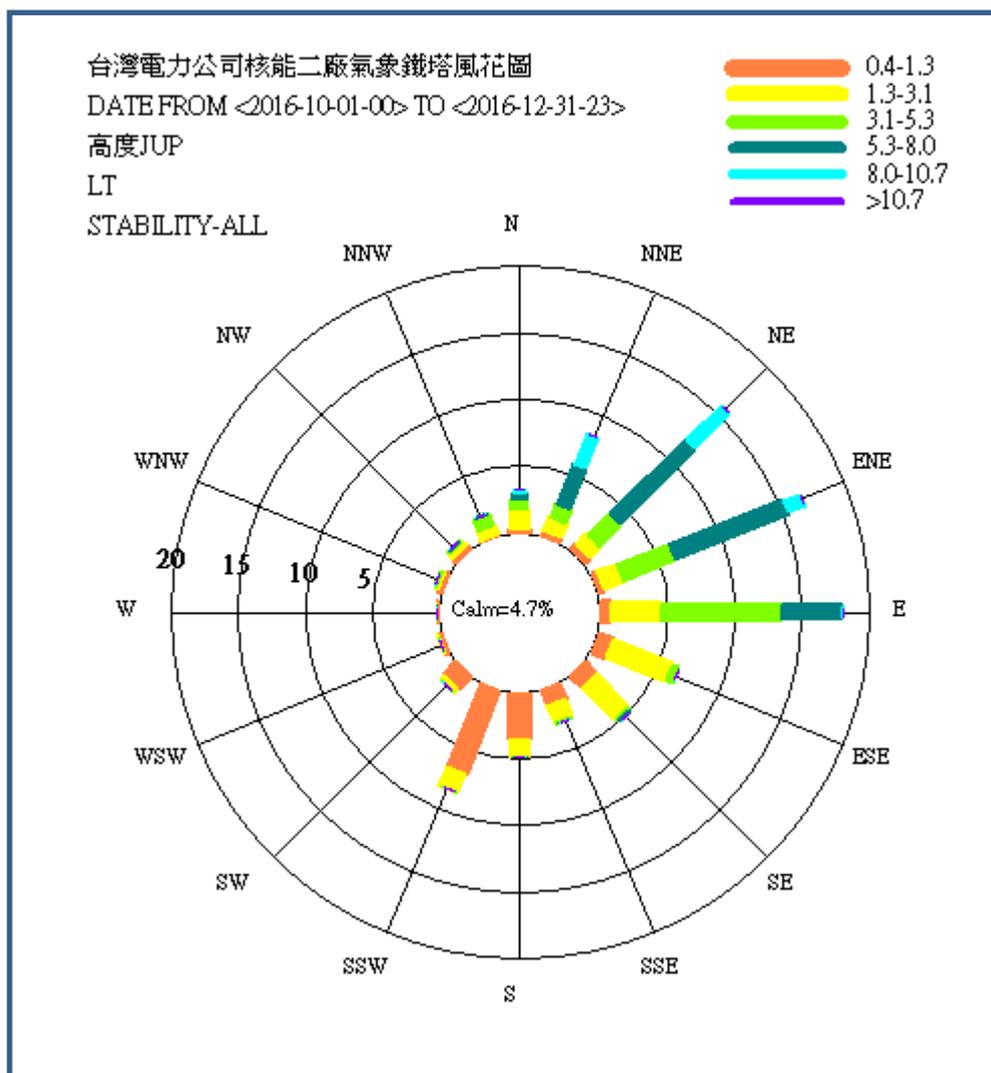
(105年10月3日至12月31日)

警戒值:5.0微西弗/小時

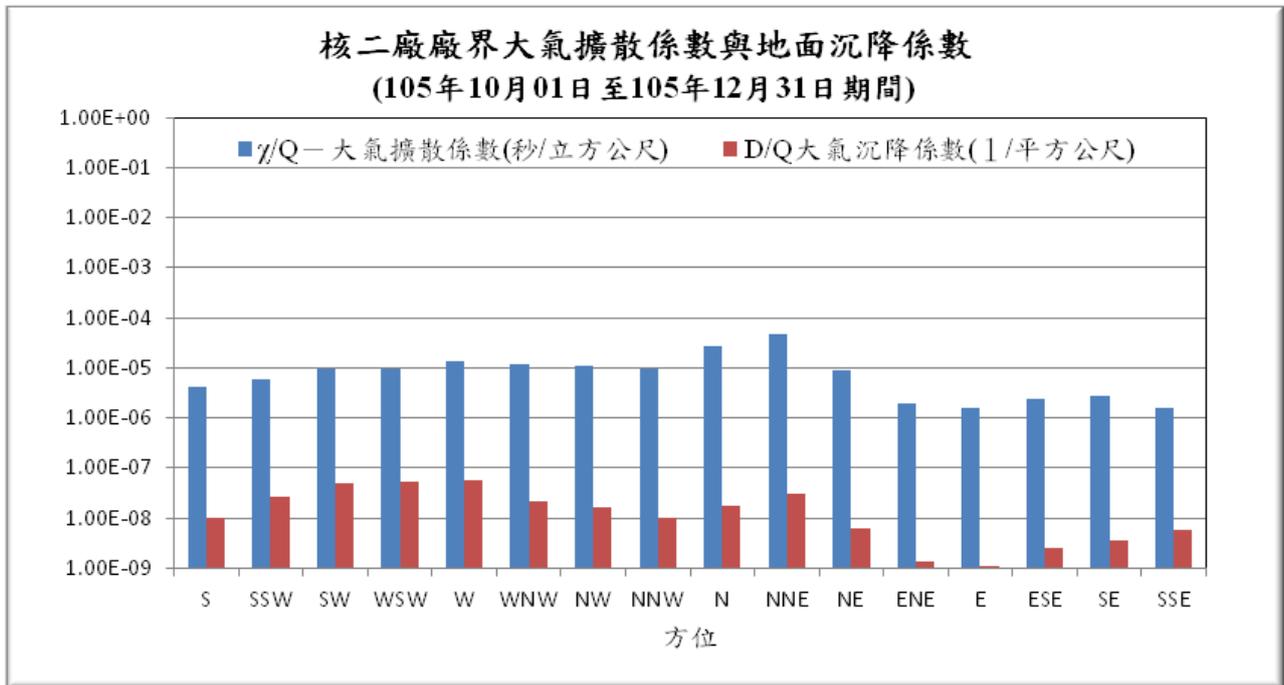
受#1號機組停止注氫作業影響故監測值下降



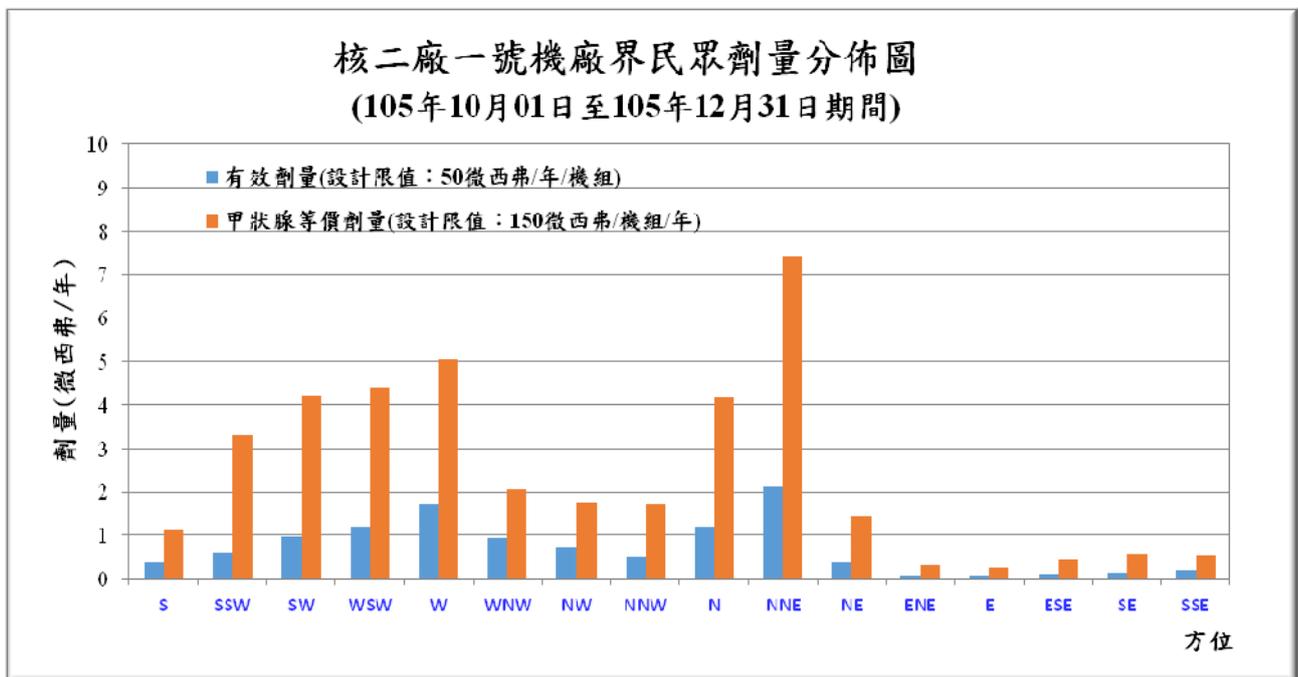
附圖 3 核二廠 105 年 10/03~12/31 期間廠內監測區直接輻射劑量率趨勢圖



附圖4 核二廠105年10/01~12/31期間氣象風花圖



附圖5 核二廠105年10/01-12/31期間廠界各方位大氣擴散係數與沉降係數分佈



附圖6 核二廠一號機105年10/01-12/31期間廠界民眾劑量分佈圖