

核一廠二號機第 24 次大修輻射防護管制作業視察報告

(一)概述

核一廠二號機本次大修期間各項輻射作業，均依陳報本會之大修輻防作業計畫書與程序書執行，無發生人員劑量超限、異常排放、環境污染或其他重大輻安事件。

核一廠依計畫內容設立各廠房臨時管制站，確實執行機組內外之輻防作業，大修期間集體劑量為 1.085 人-西弗及電子劑量計(EPD)值為 1.128 人-西弗，未超過原挑戰目標值 1.195 人-西弗，整體劑量實績表現良好。

本次二號機 24 次大修實施了汽機廠房飲水供應服務及管制站提供擦手紙與濕紙巾供工作人員擦拭臉部或身體之汗水，飲水供應服務目的在防止工作人員在高溫環境下因流汗失水可能產生的熱效應，擦手紙與濕紙巾供應可防止低於偵測極限之微量污染擴散至監測區，對於防止污染擴散有正面助益。

本會依計畫視察包括曝露管制、人員訓練、輻射偵監儀器、合理抑低計畫、排放管制、放射性物質管制與廠區環境管制作業等項目，一一完成各項輻防相關作業之檢查，藉由多重之管制，以確保人員與環境之輻射安全。

(二)視察人-天

本次大修視察合計 11 人-天。

(三)視察結果

本次大修視察主要視察項目、內容及結果如下：

1、曝露管制：本項視察重點包括區域管制與人員劑量管制。

本次大修與 1 號機第 24 次大修相同，由於大修期間人員進出頻

繁，乾井管制站遷至聯合廠房，以避免多數人員在乾井內曝露於較高劑量率（ $0.3\mu\text{Sv/h}$ ）環境下，造成人員集體劑量增加，並且疏解部份乾井內人潮擁擠的情形。人員進出乾井動線原則上請工作人員由聯合廠房進出，但因聯合廠房空間稍嫌狹小，尤其是進行電器設備檢修時更嫌空間不足，故仍同意人員可從乾井北側進入，到管制站再開機，從人員劑量管理方面，由於人員皆佩帶熱發光劑量計(TLD)及電子劑量計(EPD)故對於人員劑量影響有限，惟在電廠人員劑量管控上稍有影響（一般 EPD 較 TLD 高約 10%，行政管控上較保守，在此動線規劃管制下電子劑量保守性會降低至 7~8%）。

大修各管制站皆依大修計畫設置，包括乾井管制站、汽機管制站、反應器廠房 2 樓管制站、燃料更換樓管制站、廢料廠房管制站，管制站人員依大修輻防計畫執行，並進行地面污染擦拭、空間劑量率量測及空浮活度偵測等，其相關資料皆保存於管制站中。大修期間防護衣物係以顏色區分，汽機廠房從事污染工作人員穿著藍色防護衣，反應器廠房從事污染工作人員穿著黃色防護衣，清潔區工作人員穿著綠色，以茲區別。

廠房內高輻射門禁包括淨化系統支持泵(Clean up holding pump)等皆張貼示警標誌及填寫劑量率，門保持關閉狀態並上鎖，鑰匙由保健物理人員保管。反應器廠房四樓爐水淨化系統支持泵（Clean-up holding pump）高輻射區人員依規定穿著防護衣，由於工作區狹小，故將拆卸下來的設備攜至門外維修，一方面可降低人員工作時之劑量（該區劑量率很高），又可解決工作人員因空間狹小造成工作不便。

本次大修循例採汽機供水計畫，由保健物理課人員組成兩組（汽機三樓與電源供應室、飼水泵區與 heater bay）供水小組，每日 9:30~11:00、14:30~15:30 及 18:30~19:00 供應飲水。供水計畫使用

過之廢棄物，包括水杯、吸管、水瓶、濕紙巾及所有盛裝塑膠袋，送入管制站之六面體偵檢器，大於 300Bq/kg 則依污染廢棄物處理，低於 300Bq/kg 送往汽機廠房 T11 門再以箱型偵檢器偵測，低於 80Bq/kg 當做一般廢棄物處理。

汽機廠房 3 樓 CR-3 門，係直接通往控制室，為一緊急門，由控制室往汽機廠房時，除了電磁鎖另需使用鑰匙開啟，鑰匙由值工師保管，發生意外或緊急狀況時由汽機廠房直接按壓電磁鎖即可開啟 CR-3 門，該門隨時受到監控，未經同意或非緊急情況開啟則違反廠內規定，於門上張貼警語防止人員任意進出。

視察二號機反應器廠房、汽機廠房之輻防管制站設置及作業情形，均符合大修輻防計畫；於反應器廠房 BCSS 旁地面發現積水，據核一廠保物組稱應係冷凝水，經請其派員拭跡分析，未發現異常情形。

大修期間視察汽機廠房之輻防作業，未發現異常情形。核一廠對於反應器廠房 5 樓之污染工具箱已依該廠承諾事項，對箱內物品逐項清點，並作成紀錄。

2、人員訓練：本項視察重點包括電廠與包商之人員輻防訓練。

本次參與 2 號機組大修作業之承攬商人員教育訓練，係分梯辦理，每梯次訓練時數為 3 小時，授課講員資格均符合規定外，訓練相關記錄亦已妥善留存備查。

本次大修為深植核安、輻安及工安觀念，大修前針對輻射防護勞務性工作外包商進行溝通會議，以及所有保健物理人員舉辦輻射防護負面經驗回饋及輻射安全計畫會議。

大修依規定實施三小時之人員訓練，核一廠本次大修工作人員 3 小時輻防教育訓練，自 100 年 1 月 5 日至 100 年 3 月 29 日，共舉辦 12 梯次法定輻防訓練班代訓大修承包商與公司內支援人員，受訓

人數統計共 295 名。測驗及格分數為 70 分，不合格者及未達上課時數者視為未完成三小訓練，不發予訓練證明。

包商輻射防護人員專業訓練；本次大修增僱包商輻防員 60 人，其中需接受輻防專業訓練 46 人，已於 100 年 1 月 19 至 20 日完成 16 時之輻防專業訓練，有關訓練課程、簽到名冊及測驗成績等訓練紀錄並已留存備查。

3、合理抑低 (ALARA) 計畫：本項視察重點包括輻防作業之規劃與協調，人員講習與模擬訓練及作業後檢討。

本次大修主要 ALARA 工作項目，包括非破壞檢測工程、反應器再循環泵 B 台內檢、乾井內屏蔽鋪設工程、電動閥推力驗證等四項。藉作業前之輻射安全查驗，與工作部門做好雙向溝通，預知輻安危險因子，設妥安全屏障，避免發生輻安風險。

大修工作前針對反應爐爐底洩水管閥及再循環昇管內側之熱套管高壓水沖洗除污，包括 N2A、N2B、N2D、N2G 及 N2K，沖洗後空間劑量率最大可降低 4.7 倍 (距管路 1 呎)，如再增加屏蔽，劑量率最大可降低為沖洗後的 50%；至於 N4A、N4B、N4C、N4D 及 N5B，沖洗後劑量率最大可降至 12 倍 (距管路 1 呎)。

大修期間為降低工作人員劑量，反應器廠房南側區域之 HCU Shutdown Discharge Volume (SDV) 區域管路劑量率偏高 (7mSv/h)，該管路直接影響乾井管制站、Torus 進出區及反應器廠房等主要通道的劑量率，本次加掛臨時性鉛毯以降低劑量。經過輻射劑量抑減措施，將該區域劑量率由 0.025 mSv/h 降至 0.010 mSv/h。

大修期間購置移動型鉛屏蔽，放置於乾井南側及北側，大幅降低工作區域之空間劑量約 2~4 倍。此外 MSIV 彈簧不移出 Hatch 檢修以及 SRV 配合 9 號閥檢修已先移出乾井，故將 Hatch 水泥門保持關閉，人員改由氣鎖門進出乾井，此項措施可節省鋪設污染區圍籬

產生之廢料，對於抑低走道的輻射背景及附近工作人員的集體劑量有相當助益。

為改善主管制站進出動線，落實大修期間人員進出管制區執行劑量管制功能，本次大修核一廠改變電子劑量計（EPD）登錄作業方式，以避免進站未開機或離站未關機之情形發生。本次大修經抽查檢驗，未發現有進站未開機或離站未關機之情形。

4、排放管制：本項視察重點包括排放分析取樣之代表性與正確性，並應符合法規標準。

核一廠排放之廢水分為雜項廢液及洗滌廢液兩種，排放前應先取樣分析（912 程序書），合於排放濃度始可排放，依 308 程序書規定，取樣前應先循環 20 分鐘以上，再由化學課取樣計測，計測時間 600 秒，其分析結果稀釋後濃度比總和需小於 1 始可排放，每次排放活度總和小於 $1.85 \times 10^7 \text{Bq}$ ，由保健物理管制員核准；活度總和介於 $1.85 \times 10^7 \text{Bq}$ 至 $5.55 \times 10^7 \text{Bq}$ ，由保健物組經理核准。

核一廠例行廢水樣品分析僅實施 γ 能譜分析，氬每個月分析一次，Sr-89 及 Sr-90 每季分析一次。

查核洗衣廠房烘乾衣物之排放液體流程輻射偵測器 PRM RM-1、RM-2，其校正週期為二號機大修週期，查核其校正紀錄符合程序書 602.4.15 洗衣廠房排放液體輻射監測儀校正程序。

查核洗衣廠房烘乾衣物之排氣流程輻射偵測器 PRM RM-3、RM-4，其校正週期為二號機大修週期，查核其校正紀錄符合程序書 602.4.16 洗衣廠房排放氣體輻射監測儀校正程序。

每張排放單均記有各主要排放核種之參考濃度，其承辦人員並計算確認濃度比總和小於 1，以符合法規規定。查核結果各排放濃度均低於法規規定，電廠也即時依化學課新校正 PRM 後之背景修正警報設定點，各相關課人員均依程序書規定執行相關作業與審

核，廢控值班人員依程序排放，無異常發現。

查核廢液取樣分析之 MCA 儀器依程序書每 3 個月執行能力測試，每 6 個月執行效率校正。化學組依程序書執行 MCA 相關校正、品管作業。

5、放射性物質管制：本項視察重點包括廠房物品管制與廠區人員、車輛及物品管制。

主警衛室之「器材、物品、機具離廠攜出許可單」，對於欲離廠之各類物件皆經過適當之輻射、污染或活度偵測儀器偵測，符合放行標準才予放行，偵測紀錄保存完整。

化學品、工具及物品進出廠房均需填報攜出許可證，經查核「物品攜出入廠房管制單」，二號機第 23 次大修視察時發現有申請人自行核准其申請單，而未經其主管審核之情形，本次大修視察時未發現有類似情形，應已改善，。

3 月 18 日視察汽機廠房之輻防作業，未發現異常情形。核一廠對於反應器廠房 5 樓之污染工具箱已依該廠承諾事項，對箱內物品逐項清點，並作成紀錄。

非經主管至站進出之大型化學品，輻防人員均經由電腦申請紀錄查核，不再使用紙張紀錄，惟該電腦紀錄無法登錄大型化學品進出之確實時間（時、分）及攜帶進出之人員姓名，本項已以注意改進事項要求核一廠改善。（注意改善事項編號 AN-CS-100-015）

3 月 18 日、21 日、25 日及 26 日上午 8 時至 9 時，主管制站輻防人員嚴格檢查攜帶進入管制區之化學品是否均已申請核可，如未申請者，均要求不可進入，惟大修期間進入管制區之包商人數眾多，又少數未待輻防人員檢查完畢，即自行進入，輻防人員亦未發現，另有攜帶工具袋進入者，輻防人員有時有檢查、亦有未檢查者，檢查標準似乎未定；有少數攜帶燈泡進入管制區，而程序書未將燈泡

列入管制項目，則無法管制攜入者是否攜出同數量之燈泡，或者確認攜入之燈泡使用後是否全部攜出，本項已以注意改進事項要求核一廠改善。(注意改善事項編號 AN-CS-100-015)

6、廠區環境管制作業：本項視察重點包括廠區直接輻射、空氣取樣與環境試樣應依計畫執行。

核一廠連續輻射監測系統，共 5 個輻射監測站 HPIC，以電腦連線方式，主警衛室設監測中心，24 小時連續監測廠區輻射劑量率。大修期間抽查其運轉情形，未發現異常狀況。

7、輻射偵監儀器

經由主警衛室管制站之廠區環境及空浮監測系統，查看各監測站之連續輻射監測設備(HPIC、M422)、連續空氣監測設備(3332)及車輛監測設備(NAI375P1000)，均運作正常。

3 月 18 日核一廠儀控組執行「一次圍阻體大氣輻射監測器之校正程序」，確實依照程序書 602.5.3.1 執行，使用之測試設備（數位電表）均在校正有效日期內，惟對數計數器（LCRM）下方之紀錄器（RECORD）已超過有效校正日期，本項已以注意改進事項要求核一廠改善。(注意改善事項編號 AN-CS-100-016)

8、其他事項：

3 月 21 日巡察 T-11 門時，發現核一廠工作人員正在吊運大型機具，現場僅一名員工負責管制警示燈，但現場未發現有防止人員進入之工安圍籬，本項已以注意改進事項要求核一廠改善。(注意改善事項編號 AN-CS-100-017)

4 月 8 日上午 7 時 30 分於電廠人員未上班前抽檢於汽機廠房污染區圍籬內地板發現少量未清理之垃圾及橡皮手套，本項已以注意改進事項要求核一廠改善。(注意改善事項編號 AN-CS-100-015)

4 月 8 日上午 7 時 40 分於汽機廠房 Heater Bay 工安圍籬區外發

現有散落之角鋼，另汽機廠房三樓走道散置廢料桶及搬運廢料桶之車輛，有危害工作人員安全之虞，本項已以注意改進事項要求核一廠改善。(注意改善事項編號 AN-CS-100-017)

(四)輻防缺失處分及追蹤

有關大修期間視察發現之缺失，已以注意改進事項表要求核一廠改善。

(五)結論

核一廠 2 號機第 24 大修，大修人員集體劑量為 1.085 人西弗，大修依合理抑低計畫執行，無發生人員劑量超限、環境污染或重大輻安事件。本會依視察計畫一一完成各項輻防相關作業之檢查及管制，以確保大修時人員與環境之輻射安全。

