

核二廠除役期間 2 號機第 1 次維護測試週 期(MSC)視察報告

核能安全委員會
中華民國 113 年 9 月

摘要

核二廠 2 號機第 1 次維護測試週期 (Maintenance Surveillance Cycle, MSC)作業，自 112 年 9 月 8 日至 113 年 1 月 5 日計 120 天，由於核二廠進入除役期間，核子反應器爐心及用過燃料池仍暫存有用過核子燃料，為確保用過核子燃料暫存期間的安全，電廠依核能安全委員會(以下簡稱本會)管制要求，仍比照運轉期間就需維持可用系統執行定期維護保養及測試作業。

本會為監督電廠執行 MSC 作業之品質，除審查電廠 MSC 作業計畫外，另亦訂定視察計畫於 MSC 作業期間，依所訂之視察計畫查證維護及安全管理各項作業執行情形，確認相關作業符合品質要求。

本報告彙整 MSC 作業期間分別針對核能安全、輻防安全、廢料管理及環境偵測等各方面執行現場作業之查證結果，除核安管制組駐廠視察員於駐廠期間參與相關作業查證外，另本會各組亦於 MSC 作業期間，執行相關視察。其結論分別為：核能安全部分，視察結果電廠皆依規定執行維護測試作業，惟發現部分程序書執行紀錄誤植缺失，電廠已完成改善；輻防安全部分，電廠依合理抑低計畫執行，未發現重大危害輻射安全之缺失，其餘建議事項，均已當場請電廠提出澄清或檢討改善；廢棄物營運管理部分，視察發現有部分廢棄物管理及掛卡缺失，電廠已完成改善，其餘並未發現影響安全營運之情事；環境輻射偵測結果顯示對周圍環境無輻射安全之影響。

目錄

摘要	I
目錄	II
壹、 前言	1
貳、 MSC 主要工作項目	2
參、 本次 MSC 重要視察項目	3
一、 管路薄化超音波測厚	3
二、 一次圍阻體襯板 VT-3 目視檢測	4
三、 反應爐支撐裙板錨定螺栓超音波檢測作業	6
四、 水災防護管路穿越器現場巡視檢查	8
五、 緊急爐心冷卻系統功能測試	9
六、 低壓爐心噴灑系統邏輯功能測試	12
七、 安全有關 4.16 kV 匯流排低電壓電驛功能測試	15
八、 安全有關蓄電池組檢查與充電機容量試驗	16
九、 PDST 泵及閥功能測試.....	18
十、 備用硼液控制系統 18 個月可用性核對	21
肆、 輻射防護管制.....	23
一、 概述.....	23
二、 視察結果.....	23
三、 結論.....	28
伍、 廢棄物營運管制.....	28
一、 視察目的.....	29

二、視察結果.....	29
三、結論.....	32
陸、廠外環境監測.....	33
一、監測概述.....	33
二、分析結果.....	33
三、結論與建議	34
柒、總結	34
附件 核二廠 2 號機第 1 次 MSC 視察計畫	35

壹、前言

核二廠目前處於除役過渡階段前期，為確保用過核子燃料移出爐心及用過燃料池前之安全，核能安全委員會(以下簡稱本會)要求台電公司比照運轉期間，針對需持續運轉系統設備實施維護及測試作業，以確保其可執行預期功能。台電公司參酌以往運轉期間大修之定期維護測試做法，訂定維護測試週期 (Maintenance Surveillance Cycle, MSC)作業計畫，定期執行相關系統設備之維護測試。每次週期維護項目主要為依核二廠除役計畫第5章除役過渡階段前期需維持運轉之安全及非安全相關系統設備，並排定項目執行相關預防性維護及測試作業，以維持除役過渡階段前期相關設備的可靠度。

一般而言，MSC 作業期間執行之結構、系統與組件之檢查、維修與改善等作業品質，均會直接或間接地影響到機組的除役安全，而作業品質的優劣，亦反映出核能電廠除役管理品質之良窳。為監督電廠執行 MSC 作業之品質，確保需持續運轉設備之安全性、穩定性及可靠性，本會要求電廠於每次 MSC 作業前，均事先提出 MSC 作業計畫陳報。本會除審查其作業計畫外，並於 MSC 作業期間，針對 MSC 作業管理、除役安全、設備維護、輻射防護及廢料營運等各方面作業進行視察。此次核二廠 2 號機第 1 次 MSC 作業期間，為督促台電公司做好各項維修工作，除核安管制組駐廠視察員於駐廠期間參與相關作業查證外，本會輻射防護組、核物料管制組及輻射偵測中心等亦進行相關視察。

貳、MSC 主要工作項目

核二廠 2 號機第 1 次 MSC 作業，自 112 年 9 月 8 日至 113 年 1 月 5 日，工期共計 120 天，作業項目包含例行檢修及測試作業，其係依除役過渡階段前期之系統分類原則屬表 5-A(除役過渡階段前期需維持運轉系統安全相關系統)及表 5-B(除役過渡階段前期需維持運轉系統非安全相關系統)中所列之系統，其須維持可用之相關設備的例行檢修及測試作業。重要工作項目如下：

- (一)緊急爐心冷卻系統第一區維修/測試。
- (二)緊急爐心冷卻系統第二區維修/測試。
- (三)緊急爐心冷卻系統第三區維修/測試。
- (四)用過燃料池系統泵與閥維修/測試。
- (五)反應爐支撐裙板錨定螺栓檢測作業。
- (六)二次圍阻體完整性測試。
- (七)電氣及儀控系統維修。
- (八)除役過渡階段前期檢測及測試(PDSI/PDST)計畫作業。

為管制 MSC 之作業品質，本會特訂定視察計畫並落實執行，以確保須維持可用系統運轉之安全性與穩定性。此次本會視察分為三組，其中第一分組為核管組所組成，第二分組由輻防組組成，第三分組由物管組組成。視察計畫如附件。

參、本次 MSC 重要視察項目

一、管路薄化超音波測厚

(一)視察項目概述

核二廠管路超音波測厚管件選定係使用美國電力研究所(EPRI)發展的 CHEC CODE 程式集(包括 CHECWORKS、CHEC-T 等二部份)，並利用 EPRI 發行的 NSAC-202L “Recommendations for an Effective flow-Accelerated Corrosion Program”所述方法，將較易遭受沖腐蝕薄化且於機組除役後仍有使用的碳鋼管線，利用 CHECWORKS 建立其沖腐蝕模式，以計算其沖腐蝕速率及剩餘壽命，作為 18 個月維護測試週期(MSC)選擇測厚管件的依據。其他較無沖腐蝕顧慮或無法以 CHECWORKS 建立沖腐蝕模式之碳鋼管路，則依據以往檢測數據、機組運轉/維護歷史、國內外經驗等以工程經驗選擇測厚管件，以產生 18 個月 MSC 之檢測計畫。

現場管件測厚作業之程序，包括拆保溫、測點標繪、測厚等，取得管件之測厚數據後，送評估小組進行分析評估，以決定該管件可繼續使用、下次續測、補強或換管。本次視察將針對 2 號機測厚管件選擇之合理性、相關作業人員資格之符合性、執行過程及評估結果之合理性等進行查證。

(二)視察依據

1. 核二廠程序書：D720.3「管路超音波(UT)測厚程序書」。
2. 核二廠管路現場配置圖(ISO 圖)。

(三)視察結果

1. 經查台電公司針對本次核二廠 2 號機 MSC-1 提出之管件測厚計畫，規劃測厚管件數共 20 口，包括：爐水淨化系統管件 11 口、餘熱移除系統管件 5 口及低壓爐心噴灑系統管件 4 口，其中爐水淨化系統及餘熱移除系統為機組進入除役過渡階段前期後長期運轉之設備，所選測厚管件亦包含前次測厚結果評估下一週期續測、歷史檢測紀錄顯示值得追蹤等管件。對所選擇測厚之管件，無不合理之發現。
2. 經查管路測厚作業人員施員，具有台電公司林口訓練中心檢定超音波測厚(UT 中級)資格，且在有效期內；測厚儀及校準規塊亦均有檢測隊驗證合格之紀錄，符合程序書 D720.3 之規定。
3. 查證測厚結果評估作業之執行情形，抽查測件編號為 BP-1E-E13、EJ-56H-T3 及 EL-58B-E2 等管件之評估報告，確認 T_{meas} (測厚儀置於測點上所測得之管件厚度)、薄化量(W_r)與由 T_{meas} 和 W_r 所求得 T_p (至下次 MSC 預估之管壁厚度)等數值，比對 T_p 與 T_{min} (管件最小需求厚度)關係等數值之符合性及評估結果等，均無不符之發現。

(四)結論與建議

有關 2 號機管路薄化超音波測厚作業，經對測厚管件選擇之合理性、相關作業人員資格之符合性、執行過程及評估結果之合理性等進行查證，均無不符之發現。

二、一次圍阻體襯板 VT-3 目視檢測

(一)視察項目概述

一次圍阻體金屬襯板之檢測係參考美國核管會要求，以美國機械工程師學會鍋爐及壓力容器規範(ASME B&PV Code)第十一部(Section XI)第

IWE 篇作為檢測依據，一般通稱為一次圍阻體 IWE 檢測。核二廠的一次圍阻體為 Mark III 型，係圓筒形混凝土內襯鋼板之結構，屬該 IWE 篇適用之 Metallic Liners of Class CC Components 範圍，該篇 Table IWE-2500-1 表列圍阻體各項部件之檢測計畫、檢測項目、檢測方法、接受標準及檢測頻度等要求。核二廠循其規定，於十年檢測計畫排定每次 MSC 作業執行檢測之項目。圍阻體水下襯板依上述 ASME Section XI Table IWE-2500-1 之規定，係使用 VT-3 目視檢測方法進行檢測。

本次核二廠 2 號機 MSC-1 作業排定之檢測項目，為區域編號 L29 抑壓池 0°~90°區域水下垂直襯板及 L33 抑壓池 0°~90°區域池底襯板，以水下攝影機進行 VT-3 目視檢測。本次視察針對該檢測作業之檢測人員資格、執行過程與檢測結果進行查證。

(二)視察依據

1. 核二廠程序書：D738.5「一次圍阻體襯板 VT-3 目視檢測程序書」。
2. ASME B&PV CODE, Section XI, Division I, Subsection IWE, 2007 & 2008 Addenda。

(三)視察結果

1. 抽查電廠執行區域編號 L33 抑壓池 0°~90°區域池底襯板 VT-3 目視檢測執行過程影片，經查檢測前，檢測人員已依規定先執行解析度驗證，依序讀出校正塊上字母，以確保經水下攝影機可清楚觀察水下襯板狀況，檢測過程均確實依核二廠程序書 D738.5 執行，經抽查影片第 7.5-15、60-67.5 分鐘等兩時段影片內容，並未發現壁厚減損超過 10%、襯板裂縫破裂及組件結構變形等影響結構完整性之情形。

2. 經查現場負責執行檢測記錄之高員，具台電公司檢定合格授證之第三類目視檢測初級之資格，並在有效期限內，符合核二廠程序書 D738.5 之規定。
3. 抽查區域編號 L29 抑壓池 0°~90°區域水下垂直襯板之目視檢測紀錄，結果為無壁厚減損超過 10%、襯板裂縫破裂及組件結構變形等影響結構完整性之情形，由具台電公司檢定合格授證之第三類目視檢測中級資格且在有效期限內之張員，審查判定合格，符合核二廠程序書 D738.5 之規定。

(四)結論與建議

有關一次圍阻體抑壓池水下垂直襯板及池底襯板之 VT-3 目視檢測作業，經抽查檢測人員之資格、檢測之程序及檢測之結果等，均能符合程序書 D738.5 之規定，無不符之發現。

三、反應爐支撐裙板錨定螺栓超音波檢測作業

(一)視察項目概述

反應爐支撐裙板錨定螺栓主要功能為提供反應爐基座的錨定力量，以鎖固反應爐爐體，螺栓位置分佈於支撐裙板的內、外兩圈，各有 60 根，全數 120 根，台電公司並有反應爐支撐裙板錨定螺栓超音波檢測專用程序書。依據本會的安全管制要求，台電公司核二廠亦於本次 2 號機 MSC-1 作業期間執行反應爐支撐裙板內、外圈全數 120 根螺栓超音波檢測(UT)工作，以確認錨定螺栓結構完整。

本項視察係由本會視察員及國家原子能科技研究院具有非破壞檢測專長人員共同參與執行，視察項目則包括：作業前後超音波檢測儀器校驗

查證、超音波檢測操作人員資格與檢測結果訊號查核、法規修理更換相關作業與文件查核等。

(二)視察依據

台電公司核能發電處非破壞檢測隊檢測作業程序書編號 PDSI-UT-24-6「反應爐支撐裙板錨定螺栓超音波檢測」(版次 0，發行日期 111 年 2 月 25 日)。

(三)視察結果

1. 在 UT 檢測作業人員資格方面，不論是 UT 檢測操作人員與 UT 結果研判人員資格，均具有中級以上超音波檢測師資格，查驗結果符合相關程序書之規定，無異常發現。
2. 每次 UT 檢測作業前後，台電公司核二廠檢測隊均執行超音波檢測儀器之距離振幅校準曲線(Distance Amplitude Correction Curve, DAC)校驗工作，符合程序書相關要求，無異常發現。
3. UT 檢測結果顯示，120 根錨定螺栓之超音波檢測結果均判定為合格，經查驗檢測過程訊號紀錄，亦無異常發現。
4. 台電公司檢測作業報告經審閱，查其中檢測準備、超音波檢測系統校準與系統驗證、人工缺陷校正規塊選擇、檢測人員資格、檢測執行及檢測結果等與視察結果一致，其中，台電公司的檢測報告亦送請第三方獨立專家審查，審查結果判定檢測結果正確有效，無異常發現。

(四)結論與建議

核二廠 2 號機 120 根螺栓 UT 檢測作業，均符合相關作業規定，超音波檢測結果顯示 2 號機反應爐錨定螺栓結構完整性符合要求。

四、水災防護管路穿越器現場巡視檢查

(一)視察項目概述

水災防護管路穿越器現場巡視檢查，係為確保核二廠重要廠房牆面上管路穿越孔水密能力符合要求，過去運轉期間核二廠即訂有檢查週期，除役期間兩部機及共用機組管路穿越器檢查週期則訂為每18個月檢查一次。

本項視察即利用台電公司核二廠除役期間2號機第1次維護測試週期(MSC)期間，抽查電廠人員執行相關檢查作業是否符合相關規定，管穿越器水密性是否完整。

(二)視察依據

台電公司核二廠程序書：D796.3「水災防護管路穿越器現場巡視檢查程序書」(版次0)。

(三)視察結果

1. 依據核二廠程序書 D796.3「水災防護管路穿越器現場巡視檢查程序書」相關規定，執行本項目視檢查的人員應具備 VT3 Level I 之資格，查驗結果符合相關程序書之規定，無異常發現。
2. 抽查2號機汽機廠房南面牆面管路穿越孔之水密能力，檢查汽機廠房管路(編號54"-78AG、54"-78AF及24"-78Q)穿越器水密性封填完整，現場檢查結果無破損、無水漬痕跡、無鏽蝕，無異常發現。

(四)結論與建議

本項視察結果顯示，台電公司核二廠於2號機第1次維護測試週期(MSC)期間，執行水災防護管路穿越器現場巡視檢查作業，符合程序書相關規定，抽查2號機汽機廠房南面牆面管路穿越孔之水密能力亦完整，符

合要求，無異常發現。

五、緊急爐心冷卻系統功能測試

(一)視察項目概述

核二廠緊急爐心冷卻系統包含高壓噴灑系統(HPCS)及低壓噴灑系統(LPCS)兩個噴灑系統，以及餘熱移除系統(RHR)之低壓注水(LPCI)模式等共三種注水支系統。緊急爐心冷卻系統主要功能在於當反應爐發生喪失爐水事故時，能及時補水，維持燃料冷卻，以防爐內燃料受損。此外，餘熱移除系統另一功能為將反應爐內用過燃料之衰變熱移除。

本次視察查證電廠依相關程序書執行現場維護作業與測試之執行狀況及查證電廠相關維護紀錄，以確認核二廠緊急爐心冷卻系統之維護作業及測試結果，符合程序書要求。

(二)視察依據

核二廠程序書：D747「高壓馬達檢查」、D615.3.3「LPCI 額定流量試驗」、D654.5「餘熱移除系統洩漏查證(DIV II)」、D773.2.2「RHR B/C 系統儀器維校程序書」、D615.1.4.4「高壓爐心噴灑系統功能試驗(18 個月)」、D615.1.3「高壓爐心噴灑泵額定流量試驗(DIV III)」等。

(三)視察結果

1. 抽查 EH 系統 2P-4B (ECW)一般檢查執行情形，該項工作依據程序書 D747「高壓馬達檢查」執行，為最新版次。檢查工作於 112 年 11 月 1 日執行，經測量絕緣電阻大於 $1000\text{M}\Omega$ 合格；運轉電流 43A、線圈溫度 63°C 、上/下軸承溫度分別為 $37.6^{\circ}\text{C}/46^{\circ}\text{C}$ ，皆符合接受標準；使用

之檢測儀器皆在有效期限內；馬達外部檢查紀錄皆正常，符合程序書要求。

2. 抽查 EJ 系統 2P-49C RHR MOTOR 一般檢查執行情形，該項工作依據最新版次程序書 D747「高壓馬達檢查」執行。檢查工作於 112 年 10 月 31 日進行，經測量絕緣電阻大於 $1000\text{M}\Omega$ 合格；運轉測試時運轉電流 73A、線圈溫度 63°C 、上/下軸承溫度分別為 $34.2^{\circ}\text{C}/37.2^{\circ}\text{C}$ ，皆符合接受標準；使用之檢測儀器皆在有效期限內；馬達外部檢查紀錄皆正常，無異常發現。
3. 抽查 LPCI 額定流量試驗(DIV II)執行情形，該項工作依據最新版次程序書 D615.3.3「LPCI 額定流量試驗」執行。測試工作於 112 年 10 月 31 日進行，測試前有召開 TBM，討論相關注意事項和工作要點。本項測試係依據除役技術規範 SR 3.5.2.5 執行餘熱移除系統 RHR C 之 LPCI 流量偵測試驗。測試前有確實由儀控組於泵進、出口安裝壓力表；RHR C (2P-49C)泵馬達絕緣電阻 $4000\text{M}\Omega$ 、RHR C 泵室冷卻器 (2VA-2C) 絕緣電阻 $500\text{M}\Omega$ 皆合格，測試結果流量率 $320\text{L/S}(>318.6\text{L/S})$ 、進出口差壓 $10.83\text{kg/cm}^2(>10.51\text{kg/cm}^2)$ 皆符合接受標準，且振動幅度皆在接受範圍內；所使用之壓力表、電阻計、振動儀等檢測儀器皆在校驗有效期限內；測試結果皆正常，無異常發現。
4. 抽查餘熱移除系統 RHR C 洩漏查證執行情形，該項工作依據程序書 D654.5「餘熱移除系統洩漏查證(DIV II)」執行，為最新版次。測試工作於 112 年 10 月 31 日進行，測試前有召開 TBM，討論相關注意事項和工作要點。本項作業係用於檢視 RHR 系統各管路及閥和管路上的各

偵測元件是否洩漏，須於對應 RHR 系統正常運轉溫度和壓力下執行。查核前已確認 RHR C 泵至少運轉十分鐘，並將 E12-F021 閥開度調整使 RHR C 泵出口流量及壓力保持於適當範圍(壓力約 19 kg/cm²，流量約 180L/s)，其後檢視程序書表列各閥、管路和偵測元件，皆無洩漏情形。

5. 抽查餘熱移除系統 RHR B/C 儀器維校執行情形，該項工作依據最新版次程序書 D773.2.2「RHR B/C 系統儀器維校程序書」執行。本項作業係於 18 個月之維護測試週期定期維護校正餘熱移除系統 RHR B/C 之儀器。維護校正工作於 112 年 10 月 25 日進行，進行包括溫度計、壓力計、流量計、傳送器、電源供給器等之清潔、保養、校準與設定點設定等作業，並就結果填寫儀器校正紀錄卡。所使用之校正儀器皆在有效期限內，檢查結果皆正常，無異常發現。
6. 抽查高壓爐心噴灑系統(HPCS)功能試驗執行情形，該項工作依據最新版次程序書 D615.1.4.4「高壓爐心噴灑系統功能試驗(18 個月)」執行。測試工作於 112 年 11 月 23 日進行，測試前有召開 TBM，討論相關注意事項和工作要點。本項測試係查證 HPCS 流程管路上每一閥接受模擬自動啟動信號後能啟動至正確位置。測試前有確實執行初始閥門及電驛狀態查證，並將 HPCS 之 MOV 切換至測試狀態及掛卡/隔離 HPCS 泵和第三區緊急柴油發電機；之後依序驗證反應爐高水位 E22-F004 自動關閉、手動起動 HPCS 後 E22-F001、E22-F015、E22-F012、E22-F010、E22-F011、E22-F023、E22-F004 等閥門動作情形及模擬高

壓力低流量信號後 E22-F012 開啟情形；測試結果皆正常，測試後皆依程序書將系統復原，無異常發現。

7. 抽查 HPCS 泵額定流量試驗執行情形，該項工作依據最新版次程序書 D615.1.3「高壓爐心噴灑泵額定流量試驗(DIV III)」執行。測試工作於 112 年 11 月 27 日執行，測試前召開 TBM，討論相關注意事項和工作要點。本項測試係依據除役技術規範 SR 3.5.2.5 執行 HPCS 流量偵測試驗。測試前有確實由儀控組於泵進、出口安裝數位標準壓力表，並確認系統保持在充水狀態；高壓爐心噴灑泵 (2P-45)馬達絕緣電阻 $5600\text{M}\Omega$ 、HPCS SERVICE WTR PUMP (2P-116)馬達絕緣電阻 $650\text{M}\Omega$ 皆合格，測試結果流量率 320L/S ($>316\text{L/S}$)、差壓 31.602kg/cm^2 皆符合接受標準，且振動幅度皆在接受範圍內；所使用之壓力表、電阻計、振動儀等檢測儀器皆在校驗有效期限內；測試結果皆正常，無異常發現。

(四)結論與建議

有關本次 2 號機 MSC-1 之緊急爐心冷卻系統相關維護作業，經現場觀察校正及測試作業結果，均依相關程序書執行；實地抽查設備拆檢作業、程序書版次、檢測儀器校正情形及有效期限、測試作業及抽查品保文件紀錄等，結果均符相關程序書之規定，無不符之發現。

六、低壓爐心噴灑系統邏輯功能測試

(一)視察項目概述

核二廠低壓爐心噴灑系統(LPCS)邏輯設計功能主要係當電廠機組發生大或中型管路破管之爐水流失事故(LOCA)反應爐迅速降壓時，自動或

手動引動 LPCS 水泵，由抑壓池取水，經由爐內上方噴灑環補水至爐心；或當管路小破管而高壓噴灑系統無法維持爐心水位時，在自動洩壓系統降壓後，補水入爐內掩蓋爐心燃料，以維持燃料護套溫度低於 2200°F。

LPCS 系統自動引動邏輯包括 2 個爐心水位感測元件及 2 個乾井壓力感測元件，並採重複二選一邏輯引動 LPCS 系統動作；當 LPCS 泵起動且管路流量感測元件偵測到低流量時，LPCS 最小流量閥將自動開啟，使得系統流量經由最低流量管路排放至抑壓池，以避免系統管路過壓；一旦水泵自動起動後，必須於自動起動信號消失，且將水泵控制開關轉至「停止」位置，水泵才會停止運轉。如自動起動信號未消失，仍可手動停止水泵運轉，但自此不再接受自動起動信號。本次視察主要針對 2 號機 LPCS 系統前述各項邏輯功能測試作業執行狀況進行查證。

(二)視察依據

核二廠程序書：D603.1.5「低壓爐心噴灑系統和低壓爐心注入系統 LOOP A 邏輯功能測試」、D615.1.4.7「低壓噴灑系統注水泵流量低功能試驗及校正」及 D615.2.4.3「LPCS 和 LPCIA 迴路功能試驗」。

(三)視察結果

1. 抽查電廠依據程序書 D615.1.4.7「低壓噴灑系統注水泵流量低功能試驗及校正」執行 LPCS 系統流量低儀器功能試驗及設定點查證，相關試驗及校正作業使用之壓力測試儀器及三用電錶，其校正日期均在有效期限內，儀器檢查結果正常，功能試驗結果及流量值符合程序書要求，無異常發現。

2. 抽查電廠依據程序書 D615.2.4.1「低壓噴灑系統注水管保持充水功能試驗及校正」執行 LPCS 系統注水管保持充水壓力儀器功能試驗及設定點查證，相關試驗及校正作業使用之壓力測試儀器及三用電錶，其校正日期均在有效期限內，功能試驗之測試前、警報動作值、降壓警報值及復歸後之壓力指示均有完整紀錄，另查儀器校正高設定點及低設定點動作壓力值均在容許誤差，惟程序書七.C 校正測試儀器編號紀錄與現場包商「校正紀錄與儀器校正紀錄卡」之儀器編號不一致，經與儀控組核對現場校正儀器編號與現場包商執行紀錄相同，確認程序書紀錄誤植為七.A 功能試驗之儀器編號，電廠已完成修正程序書七.C 校正測試儀器編號紀錄。
3. 抽查電廠依據程序書 D603.1.5「低壓爐心噴灑系統和低壓爐心注入系統 LOOP A 邏輯功能測試」執行驗證 DIV I 低壓爐心冷卻系統可用性，驗證邏輯系統功能之所有邏輯組件，包括電驛接點、跳脫單元、固態邏輯及時間延遲電驛等功能，以及查證反應爐低壓爐心允許注水之重複二選一邏輯及 LOCA 繼電器接點連續性作業，皆符合程序書要求，執行紀錄完整，無異常發現。
4. 抽查電廠依據程序書 D615.2.4.3「LPCS 和 LPCIA 迴路功能試驗」執行 DIV I 低壓爐心冷卻系統之功能測試，驗證 LPCS 和 LPCIA 之自動引動功能，驗證動作信號執行之閥動作位置符合程序書要求，測試程序紀錄完整，無異常發現。

(四)結論與建議

1. 有關 2 號機 LPCS 系統注水泵流量低功能試驗、注水管保持充水功能試驗、迴路功能試驗及系統功能之邏輯組件測試等作業，各項測試作業程序書版次為最新版，使用之各項檢測儀器校正均在有效期限內，現場測試作業依相關程序書執行，且測試結果亦符合程序書之規定。
2. 針對程序書 D615.2.4.1 紀錄誤植缺失，本會已要求核二廠檢討該程序書執行紀錄之正確性，電廠已就程序書執行紀錄完成改善。

七、安全有關 4.16 kV 匯流排低電壓電驛功能測試

(一)視察項目概述

核二廠每部機組均有緊要匯流排(A3、A4、A5)，其中 A3、A4 匯流排主要負載為低壓爐心噴灑泵、餘熱移除泵及緊急循環水泵等，A5 匯流排專供高壓爐心噴灑系統所需電力。每個匯流排其上游電源均有斷路器作為保護裝置，其功能為供電時啟斷負載電流及線路短路故障時啟斷故障電流，在啟斷大電流過程中會有火弧產生，利用磁吹原理在消弧室滅弧，使斷路器動作。當系統故障發生時，電驛能迅速確實發揮跳脫斷路器，有保護設備的功能。為確保電力供電安全性及可靠性，本次視察主要針對安全有關 4.16 kV 匯流排低電壓電驛功能測試及校正測試執行狀況進行查證。

(二)視察依據

核二廠程序書：D618.3.8「安全有關 4.16 kV 匯流排低電壓電驛功能測試及校正程序」、D740.5「保護電驛預防維護檢查測試程序書」。

(三)視察結果

查證 2A3、2A4 及 2A5 匯流排低電壓電驛功能試驗，電廠均依程序書

D618.3.8「安全有關 4.16 kV 匯流排低電壓電驛功能試驗及校正程序」執行，且程序書為最新版，測試結果均符合程序書規定，測試儀器校正日期亦於有效期限內，另電壓電驛校正皆依程序書 D740.5「保護電驛預防維護檢查測試程序書」執行且校正紀錄完整，無異常發現。

(四)結論與建議

有關 2 號機安全有關 4.16 kV 匯流排低電壓電驛功能測試及校正測試作業，現場查證 2A3、2A4 及 2A5 匯流排低電壓電驛功能試驗，電廠均依相關程序書執行，且程序書為最新版，測試過程中無異常情形，測試結果亦符合程序書規定，無不符之發現。

八、安全有關蓄電池組檢查與充電機容量試驗

(一)視察項目概述

核二廠每部機組有 5 組 125 V 及 1 組兩部機共用的安全相關直流系統，供應三區之安全設備緊要電源，即一般所謂之 DIV I (DA、DC)、DIV II(DB、DD)及 DIV III(DG)以及共用第 5 台柴油發電機之 ODH，各區所屬之緊要匯流排分別為 A3(DIV I)、A4(DIV II)及 A5(DIV III)，並配屬緊急柴油發電機各一部，其有關電源和配電設備自成一獨立系統，對於緊急柴油發電機起動及安全相關設備之控制、操作及指示功能等設備，其電源大致為直流，因應日本福島事件，為求安全設備的可用性，已提升各電池組容量，確保直流電源 24 小時的可用及供電能力之可靠性。本次視察主要針對 2 號機安全有關蓄電池組檢查與充電機容量試驗進行查證。

(二)視察依據

1. 核二廠程序書：D618.3.6.1「蓄電池組負載特性試驗(大修-18 個月)本程序書適用 DIV I(DA&DC)」、D618.3.6.2「蓄電池組負載特性試驗(大修-18 個月)本程序書適用 DIV II(DB&DD)」及 D618.2.7.3「安全有關蓄電池組檢查與充電機容量試驗」。
2. 核二廠除役技術規範：SR 3.8.4.3、3.8.4.4、3.8.4.5、3.8.4.6、3.8.4.7、3.8.4.8。

(三)視察結果

1. 抽查電廠依程序書 D618.3.6.1 執行蓄電池 C 組 125 V 蓄電池容量 660 AH/8H (DIV I) 之負載特性放電試驗，確認程序書為最新版，並觀察放電作業，工作人員執行放電前召開工具箱會議，品質人員也到場查證並留存紀錄，此次測試電廠係以驗證過之 20 倍率誤差為 0.16%之 Shunt(分流器)進行試驗，量測過程需定時記錄電壓及蓄電池液比重，量測過程無異常情形，整個放電完成時間為 8 小時，最後測試完成電壓為 119.5V，大於端電壓 105 V；試驗放電電流 95.8A，大於標準值 95A，測試流程及紀錄結果符合要求。
2. 抽查電廠依程序書 D618.2.7.3 執行安全有關蓄電池組檢查與充電機容量試驗，確認程序書為最新版，工作人員執行放電前召開工具箱會議，品質人員也到場查證並留存紀錄，此次蓄電池組 2DA 接觸電阻測量結果均小於 $103\mu\Omega$ ；蓄電池組 2DC 接觸電阻測量結果均小於 $46.8\mu\Omega$ ，使用之低阻計編號 EL-6045 效期在有效期間內。充電機 4 小時候之直流負載電流及電壓分別為 CH1 152.4A / 132.6V、CH2 151.5A/ 132.6V，測試流程及紀錄結果符合要求。

3. 查核安全有關蓄電池組檢查與充電機容量試驗，相關試驗依程序書 D618.2.7.3 執行檢查及測試，查核結果執行程序書為最新版，並觀察供給特定電流至 DIV I 蓄電池組，是否符合充電機電流大於 150 A，電壓大於 130.2 V 要求。查核結果工作人員於執行放電前召開工具箱會議，並依規定留存紀錄，操作期間電池連接處電阻值均在規定範圍，充電 4 小時期間電壓電流均在控制範圍內，測試流程及紀錄結果符合要求。
4. 抽查電廠依程序書 D618.3.6.2 執行蓄電池 B 組 125 V 蓄電池容量 2320 A/8H (DIV II) 之負載特性放電試驗，確認程序書為最新版，並觀察放電作業，工作人員執行放電前召開工具箱會議，並依規定留存紀錄，整個放電完成時間為 8 小時，操作期間電池溫度及電壓均在規定範圍，放電 8 小時結束後蓄電池端電壓 119.4V，大於標準 105V，試驗放電電流 21.8A 大於標準值 21A，測試流程及紀錄結果符合要求。

(四)結論與建議

1. 本次 MSC 作業經實地抽查人員資格、維護程序書版次、檢測儀器校正等，均符合規定。
2. 測試作業過程，均依相關程序書執行，且合於規定執行量測及記錄，測試結果電池容量之負載特性能力均符合要求。

九、PDST 泵及閥功能測試

(一)視察項目概述

除役過渡階段前期測試(PDST)作業包括泵、閥、減震器、支架、管路

與系統之壓力測試等，MSC 作業時定期執行測試以驗證組件、零件與系統之品質與可靠性。核二廠屬於 ASME Code Class 1、2、3 閥類，其測試方案係引用 10CFR 50.55(a)與 ASME/ANSI OM Code-2006 ISTA 及 ISTC 等法規，而泵浦測試方案則係引用 ASME OM Code-2006 Subsection ISTA 及 ISTB 等法規，訂定除役期間測試計畫，計畫內容包含訂定測試週期、測試參數、測試程序參考值及接受標準等，以確保其功能可使機組保持安全停機狀態或減緩事故後果。本次 MSC 作業期間主要針對 2 號機安全相關電動閥操作能力驗證測試、低壓注水電動閥可用性測試、用過燃料池緊急補水泵和電動閥可用性試驗及低壓注水額定流量試驗等項目進行查證。

(二)視察依據

核二廠程序書：D615.1.2「高壓爐心噴灑系統電動閥可用性測試」、D615.1.3「高壓爐心噴灑泵額定流量試驗」、D615.3.2「低壓注水電動閥可用性測試」、D615.3.3「LPCI 額定流量試驗」、D616.7.3「用過燃料池緊急補水泵和電動閥可用性試驗」、D755.3「安全有關電動閥操作能力驗證測試工作程序書」。

(三)視察結果

1. 查證安全有關電動閥操作能力驗證測試執行情形，經查測試前，電廠工作人員依程序書召開工具箱會議，測試所用程序書 D755.3 為最新版本，測試用手提電腦與偵測用 Viper 主機均在校驗有效期限內，查證電廠執行 2EJ-HV-118、2EJ-HV-122、2EJ-HV-125、2EJ-HV-162、2EJ-HV-165、2EJ-HV-194、2EL-HV-101、2EL-HV-107、及 2GN-HV-314 等電動閥操作能力驗證測試，查證結果符合程序書規定。

2. 查證低壓注水額定流量試驗(A/B/C 串)執行情形，經查測試前，電廠值班人員依程序書召開工具箱會議，測試所用程序書 D615.3.3 為最新版本，測試所用儀器，如進、出口壓力表、絕緣高阻計、超音波流量計、振動儀及溫度計等，其校驗時間均在有效期限內，另查證低壓注水額定流量測試結果，包含流量率、餘熱移除泵進出口差壓、馬達軸承溫度及泵浦振動幅度等，查證結果符合程序書規定。
3. 查證低壓注水電動閥可用性測試(A/B/C 串)執行情形，經查測試前，電廠工作人員依程序書召開工具箱會議，測試所用程序書 D615.3.2 為最新版本，測試過程相關盤面警報窗及指示燈均正常顯示，測試所用碼錶校驗時間在有效期限內，另查證低壓注水系統管路上電動閥的開關行程時間，查證結果符合程序書規定。
4. 查證高壓爐心噴灑系統額定流量試驗執行情形，經查測試前，電廠值班人員依程序書召開工具箱會議，測試所用程序書 D615.1.3 為最新版本，測試所用儀器，如進、出口壓力表、三用電表、絕緣高阻計、多功能校正器、振動儀等，其校驗時間均在有效期限內，另查證高壓爐心噴灑系統額定流量測試結果，包含流量率、泵浦進出口差壓、及泵浦振動幅度等，查證結果符合程序書規定。
5. 查證高壓爐心噴灑系統電動閥可用性測試執行情形，經查測試前，電廠工作人員依程序書召開工具箱會議，測試所用程序書 D615.1.2 為最新版本，測試過程相關盤面警報窗及指示燈均正常顯示，測試所用碼錶校驗時間在有效期限內，另查證高壓爐心噴灑系統管路上電動閥的開關行程時間，查證結果符合程序書規定。

6. 查證用過燃料池緊急補水泵和電動閥可用性試驗(A/B 串)執行情形，經查測試前，電廠值班人員依程序書召開工具箱會議，提醒本項測試注意事項，且測試所用程序書 D616.7.3 為最新版本，測試所用儀器校驗均在有效期限內；在電動閥可用性試驗部分，查證 2EC-HV-172、2EC-HV-173、2GJ-HV-281、2GJ-HV-282、2EC-HV-156 等閥之開關行程時間，查證結果均符合程序書規定；在緊急補水泵功能測試部分，查證緊急補水泵 2P-56A/B 其進出口之差壓、流量率及泵浦振動幅度，查證結果符合程序書規定。

(四)結論與建議

針對 2 號機安全相關電動閥操作能力驗證測試、低壓注水額定流量試驗、低壓注水電動閥可用性測試、高壓爐心噴灑系統額定流量試驗、高壓爐心噴灑系統電動閥可用性測試及用過燃料池緊急補水泵和電動閥可用性試驗作業情形進行查證，查證結果發現所用程序書版次皆為最新版，檢測儀器校驗亦在有效期限，各項測試電廠均依相關程序書執行，且測試結果均符合程序書規定，無不符之發現。

十、備用硼液控制系統 18 個月可用性核對

(一)視察項目概述

一般正常情況下，反應爐係以控制棒系統控制反應度，但是當反應爐的保護系統動作後控制棒因故無法全入爐心，或發生預期暫態未急停事故且反應爐功率無法抑制時，則可利用備用硼液控制系統(Standby Boron Liquid Control System, SBLC)將硼液注入反應爐內作為中子吸收劑，進而使反應爐安全停機，以維持冷爐次臨界狀態。對於控制棒系統而言，備用

硼液控制系統是雙重且獨立的後備系統。本項視察即為查證 2 號機備用硼液控制系統之注入迴路與系統控制功能可依規定正常運作。

(二)視察依據

1. 核二廠程序書：D612.5.2「備用硼液控制系統 18 個月可用性核對」、D612.5.1「備用硼液控制系統每個月可用測試/三個月之可用測試」。
2. 核二廠除役技術規範：SR 3.1.7.3、SR 3.1.7.6、SR 3.1.7.7。

(三)視察結果

1. 本項作業係電廠依據最新版程序書 D612.5.1 及 D612.5.2 執行，測試人員於系統測試前，依規定召開工具箱會議，並做指認呼喚。
2. 抽查電廠執行備用硼液體積與濃度之偵測試驗紀錄文件，其硼液重量百分濃度為 8.4%，儲存槽有效容積 10461 公升，均符合除役技術規範規定。
3. 備用硼液控制系統注入反應爐之路徑具有 A、B 兩個迴路，本次 MSC 作業係執行 B 迴路管路上 C41-F004B 爆破閥之測試。經查電廠本次執行之爆破閥批號為 TOA17A001-002，該爆破閥之試爆結果符合要求，另替換新裝置的爆破閥批號為 TOA22L001-004，該批號已於 1 號機 MSC-1 作業成功試爆，且有效期限至 2026 年 11 月，符合使用規定。
4. 抽查電廠執行本項測試之紀錄文件，當起動泵將除礦水循環至試驗槽時，SBLC 泵 A 台出口壓力達 86.2 kg/cm^2 (接受值 85.9 kg/cm^2)，SBLC 泵 B 台出口壓力可達 86.3 kg/cm^2 (接受值 85.9 kg/cm^2)；測試路徑流量率部分，SBLC 泵 A 台流量率 43 GPM(接受值 $41.2 \text{ GPM} \sim 43.3 \text{ GPM}$)，

SBLC 泵 B 台流量率 43 GPM(接受值 41.2 GPM~46.2 GPM)，測試結果均符合程序書要求；另查證測試時泵振動幅度，亦符合程序書要求。

(四)結論與建議

針對 2 號機備用硼液控制系統 18 個月可用性測試情形進行查證，查證結果發現所用程序書為最新版，備用硼液控制系統儲存槽溶液體積與濃度、爆破閥之試爆與換裝新品、測試路徑之流量率、泵出口壓力及泵振動幅度等測試數據，均符合程序書規定。

肆、輻射防護管制

一、概述

核二廠 2 號機第 1 次維護測試週期作業自 112 年 9 月 8 日至 113 年 1 月 5 日期間，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。維護週期作業期間，工作人員集體劑量為 298.09 人毫西弗(TLD)，目標值預估為 275 人毫西弗，差異為 8.4%。本次 MSC 集體劑量 EPD 累積值為 347.31 人毫西弗，EPD 讀值高於 TLD 讀值 16.5%，具保守性。

本會依視察計畫，查核「曝露管制」、「人員防護」、「放射性物質管制」、「廠區環境管制作業」、「輻射偵監儀器」、「排放管制」、「合理抑低(ALARA)計畫」等項目，藉由查核台電公司於定期維護週期之管理措施，期保障工作人員與環境之輻射安全。

二、視察結果

(一)曝露管制：本項視察重點包括區域管制與人員劑量管制。

1. 視察主管制站之管制情形，主管制站管理人員有注意與提醒工作人員有關劑量計之正確配戴方式之作為，污染區圍籬設置、區域輻射與污染之度量及標示、人力之配置，均依程序書 D903 相關規定執行，工作人員皆依規定配戴 TLD 與 EPD，無異常發現。
2. 抽查「瀘水淨化系統檢修」輻射工作人員，台電公司李員、謝員、吳員等 3 名以及承攬商曹員、封員、林員、鄭員、張員等 5 員，皆可由劑量資訊管理系統查詢。均未超過程序書 D902 規定自主管理的每日 1 毫西弗或每週 5 毫西弗之輻射安全防護作業行政管制限值，無異常發現。
3. 抽查 MSC 期間核二廠工作人員劑量計(TLD、EPD)配戴查核紀錄表(112 年 11 月份)，皆依程序書 D907「輻射工作許可證作業程序」，完整紀錄，且電廠自主劑量配章抽檢結果均為正常，無異常發現。

(二)人員防護：本項視察重點包括電廠與承攬商之輻防裝備使用是否妥善。

1. 抽查核二廠 MSC 期間的輻射防護教育訓練，進廠工作人員(含承攬商)的訓練紀錄均已保存成冊，紀錄內容包含受訓時間、地點、時數、受訓人員及講師姓名等資料，另查授課人員資格均符合游離輻射防護法施行細則第五條之規定，無異常發現。
2. 查核核二廠 MSC 期間的輻射工作許可證(RWP)之申請作業，對預計進入輻射管制區之人員均需進行事前評估，依照工作區域與工作性質評估可能接受之輻射劑量，將 RWP 分類為 A/AA/AAA 三類。RWP 申請紀錄均保存成冊，A 類 RWP 由輻防人員審核後簽章；AA/AAA 類需

由值班經理會簽後方可施工，經查各申請單均有簽章紀錄，申請期間結束後均有實際人員劑量紀錄，無異常發現。

3. 經查核二廠輻射工作人員記錄，均保存於配章室隔壁的庫房，每個工作人員的健檢紀錄、申請配章紀錄、教育訓練紀錄等資料均保存於同一信封袋內，該資料依照身分證字號進行分類保存。
4. 對於進廠支援的輻射工作人員，需填寫工作人員認定評估表、輻射工作人員歷史劑量曝露紀錄表，並檢附健檢紀錄、訓練紀錄等相關資料，經認可後始得給予配章，進廠工作。經查相關紀錄，並無異常發現。

(三)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。

1. 比對核二廠放射性物質料帳清冊，與本會輻射防護雲化服務系統所記錄之該廠所有放射性物質共 50 筆資料一致，無異常發現。
2. 抽查 3 筆物質執照分別為物字第 1203044 號、物字第 1203022 號、物字第 1203027 號，檢視其放射性物質年度偵測證明、非醫用密封放射性物質(裝備)輻射安全測試報告，文件保存良好，無異常發現。
3. 抽查主管制站對於車輛、器材物品機具、放射性物質進出管制的執行情形。位於主警衛室內之車輛，要離開主警衛室時，依程序書 D903 主警衛室之保健物理人員偵測車輛並查核車內物品是否有器材物品機具離廠攜出許可單，並將偵測結果填寫於主警衛室車輛進出登記表，主警衛室保警人員依據登記表之無污染偵測結果放行。檢查主警衛室車輛進出登記表、器材物品機具離廠攜出許可單，無異常發現。

(四)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。

1. 抽查執行廠區環境試樣之低背景計測室之加馬能譜分析儀性能測試紀錄，查核 112 年 9 月至 113 年 1 月標準射源試樣計測管制紀錄，Eu-152 能峰 1408keV 之半峰全寬（Full width at half maximum, FWHM）符合程序書編號 D919-3 規定之 3keV，活度相對百分誤差小於 15%。
2. 抽查廠區草樣活度分析紀錄，期間為 112 年 10 月及 113 年 1 月，草樣分析係每季執行乙次，每次於廠內監測區取樣共計 10 點，加馬核種分析結果均小於儀器最低可測活度。
3. 抽查廠區土樣活度分析紀錄，期間為 112 年 10 月及 113 年 1 月，土樣分析係每季執行乙次，每次於廠內監測區取樣共計 14 點，加馬核種分析結果均小於儀器最低可測活度。
4. 抽查廠區空浮試樣總貝他活度分析紀錄，期間為 112 年 12 月至 113 年 1 月，空浮試樣分析係每週執行乙次，廠內監測區共計 5 處設置空氣取樣站。分析結果介於 MDA 至 3.6E-3 Bq/m^3 之間，小於程序書 D908.1-D 規範之監測區空氣監測管制及因應行動基準值 36.9Bq/m^3 。
5. 抽查廠區水樣活度分析紀錄，期間為 112 年 12 月及 113 年 1 月，水樣分析係每週執行乙次，每次於廠內監測區取樣共計 7 點，加馬核種分析結果均小於儀器最低可測活度。

(五)輻射偵監儀器：本次視察重點在於輻射監測儀器之現場校正。

1. 抽查核二廠輻防主管制站之輻射監測儀器，包含：全身污染偵檢器、門框偵檢器、平台式污染偵測器、小型物品偵測器、可攜式污染偵檢

器、空浮監測器，儀器使用情形，視察結果各項輻射監測儀器皆運作正常且在校正之有效期限內。

2. 112 年 10 月 16 日，現場檢查減容中心耐震補強作業，經檢查 9 台區域輻射監測器(ARM)，劑量數值皆符合管制區規範，且訊號回傳控制台系統正常，並有定期儀器校正，無異常發現。
3. 抽查核二廠減容中心放射性廢棄物處理設施現況與流程輻射監測器(PRM)測試運轉情形，該中心之 PRM 皆可正常使用，無異常發現。

(六)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。

1. 112 年 10 月 16 日，抽查核二廠的放射性廢氣、廢水外釋之月、季排放報表，經檢視其數值與原始資料一致。另建議核二廠將放射性廢氣、廢水排放紙本紀錄分開存放管理，以利後續整理、查閱。
2. 有關核二廠廢水之排放流程，抽查 112 年的廢水排放許可單，排放許可單之填寫狀況，包括稀釋前後濃度、水位、排放活度、排放水量等均符合程序書規範，無異常發現。
3. 有關氙的排放，由於氙屬於難測核種，前處理需長時間，故進行氙的排放時，核二廠會將排放活度、體積、濃度等數據於排放後加以記錄保存。抽查核二廠之氙排放月、季報，經檢視其數據無誤，並已向電廠人員確認報表上各個數據之來源依據。

(七)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。

1. 本次 MSC 因機組已停機致輻射強度衰減緣故，各工項集體劑量未達需列為合理抑低(ALARA)項目標準，僅部分列為重要工作項目執行每日劑量管控項目，項目分別為海水管路檢修作業、乾井內保溫材拆裝、爐水淨化系統檢修、反應爐開蓋作業共 4 項作業。
2. 查核二廠每日電子劑量計(EPD)之統計追蹤 2 號機 MSC 集體劑量管控趨勢圖，MSC 工作自 112 年 9 月 8 日開始至 113 年 1 月 5 日結束，EPD 累積值為 347.31 人毫西弗，而熱發光劑量計(TLD)(量測法定劑量)讀值為 298.09 人毫西弗，本次 MSC 集體劑量 EPD 讀值高於 TLD 讀值 16.5%，表示 EPD 計讀結果具保守性，可作為工作項目劑量之預估工具。

三、結論

1. 本次定期維護週期檢查結果，未發現重大危害輻射安全之缺失，其餘建議事項，均已當場請電廠提出澄清或檢討改善。
2. 核二廠 2 號機第 1 次定期維護週期，工作人員集體劑量為 298.09 人毫西弗(TLD)，目標值預估為 275 人毫西弗，差異為 8.4%。本次 MSC 集體劑量 EPD 累積值為 347.31 人毫西弗，EPD 讀值高於 TLD 讀值 16.5%，具保守性。
3. 本次 MSC 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。本會已依視察計畫一一完成各項輻防相關作業之檢查及管制，以確保人員與環境之輻射安全。

伍、廢棄物營運管制

一、視察目的

為管制台電公司於核二廠 2 號機 MSC-1 作業期間，放射性廢棄物相關之作業安全與固體及液體廢棄物之產量可有效抑減等，本會於核二廠 2 號機 MSC-1 作業期間(112 年 9 月 8 日至 113 年 1 月 5 日)成立檢查小組，就各項作業情形進行視察。針對本次維護檢修作業，在放射性廢棄物營運方面，規劃包含廢棄物營運品保稽核、有機化學品攜入攜出管制、廠務管理檢查、放射性廢棄物之抑減、分類與管控及洩水洩油管制等檢查作業，俾確保檢修期間廢棄物相關系統之正常運轉，提升廢棄物整體營運績效與品質。

二、視察結果

(一)廢棄物營運之核安品保稽核

1. 經查核安處駐廠安全小組業於 112 年 9 月 8 日至 113 年 1 月 5 日執行本次大修營運稽查，其中與放射性廢棄物相關為第三分組，包括化學品管制（程序書 D105）、MSC 洩水管制（程序書 D266）及廢料管制作業（程序書 D918）。稽查結果化學品管制作業開立 2 件改正行動計畫（CAP），廢料管制作業開立 3 件 CAP。
2. 核安處駐廠安全小組針對化學品管制稽查重點為是否依規定申請攜入及攜出、使用地點及數量是否與申請表相符、申請使用期限是否過期等。MSC 作業期間駐廠安全小組所發現之 2 項缺失為申請使用地點與實際不符與申請使用期限過期，核二廠已完成改善。

3. 針對廢料管制作業稽查重點為料帳管理、各項作業是否依程序書留存紀錄、廢棄物分類情形等，駐廠安全小組稽查發現紀錄有誤、廢棄物分類不確實之缺失，核二廠已完成改善。
4. 其他放射性廢棄物營運相關作業之稽查，未發現影響作業安全之情事，符合程序書規定。

(二)廠務管理與有機化學品攜入攜出管制

1. 112 年 11 月 9 日檢查輔機廠房管路穿越間工具室發現化學品及工具堆置凌亂，潤滑油倒置於塑膠桶中、未加以封蓋，現場要求廠方改善。11 月 23 日進行複查時，發現現場已完成改善。
2. 11 月 23 日視察輔機廠房一樓及二樓發現數條洩水管未懸掛臨時性物件置放核准卡，核二廠說明該等管線多為逸氣管配合設備維修所接，均已新增臨時放置卡。

(三)乾性廢棄物接收、分類管制及抑減

1. MSC 作業期間檢查乾性廢棄物減廢之實績，確認廠方對於管制區內各項作業產生之物料或機件設備應盡可能回收利用，其中可再利用之物品，由工作人員先進行初步除污，量測合格並符合離開管制區之物料，則由保健物理組確認後放行。如此可大量減少放射性廢棄物之產生，達到減廢之目的。
2. 現場抽查乾性廢棄物分類收集作業，作業人員確實以黃色塑膠袋於管制區內盛裝產生之可燃及不可燃性污染廢棄物。抽查地點包括輔助燃料廠房 2 至 3 樓及汽機廠房，其中不可燃性污染廢棄物之金屬類物件，皆分割至 60x20x20 公分以下，未發現不符規定之情事。

3. 再前往廢料廠房 3 樓之乾性廢棄物接收站，因 MSC 作業期程較以往機組大修工作量減少，接收站蒐集到的污染廢棄物不多。核二廠仍確實依程序書 D370.4 規定之乾性廢棄物處理作業流程進行分類與管登，現場查證發現廢棄物依可燃、金屬與廢油分類，符合規定。
4. 為掌握本次 MSC 作業期間乾性廢棄物產量之變化，查閱程序書 D370.6 之乾性廢棄物進出庫統計資料，逐一檢視廢料廠房 3 樓、一號、二號及三號廢棄物倉庫之廢棄物庫存量、接收量、出庫量與結餘量，發現 11 月 16 日至 22 日期間，一號庫之可壓廢棄物結餘量有 10,659 公斤，此期間前後皆為 0 公斤，核二廠方說明一號庫已清空，該廢棄物結餘量為誤植，已修訂。
5. 查閱程序書 D386-14 之每月固體廢棄物處理紀錄表，10 月產生脫水樹脂 40 桶，11 月產生脫水樹脂 91 桶，係因 10 月及 11 月均有一床 2 號機汽機除礦器樹脂失效(1 床約產生 40 桶廢樹脂)，原應排入廢液處理系統再利用，惟該除礦器自 2 號機 112 年 3 月份停機至 11 月間均採 short cycle 循環使用，觀測水質已無二次利用價值(樹脂於機組正常運轉時約使用 2 個月)，爰直接泵送至廢料廠房脫水裝桶，致連續兩月廢樹脂產量較高。

(四)系統洩水洩油管制及處理作業

1. 2 號機組大修期間查核廢料廠房、雜項廢液處理廠房，值班日誌、運轉紀錄依規定填寫；各項洩水作業均依檢修工作聯絡書申請登錄，系統洩水期間監視各區域集水坑廢液飼入量，未有異常增加情形；控制盤面無狀況異常之警報，值班人員值班時精神良好。

2. 至輔機廠房作業現場巡查，未發現有洩漏積水之異常狀況，現場洩水作業依規定接洩水管及掛卡管制，並由運轉組流廢課人員等稽查掛卡之正確性。
3. 作業現場放置廢油蒐集桶，現場作業如有廢棄之潤滑油、機油等可倒入，避免逕行倒入洩水孔造成廢液處理系統之處理負擔，廢油經蒐集一定量後採焚化方式處理。

三、結論

1. 本次 2 號機 MSC-1 視察結果，廢棄物營運之核安品保稽方面，核安處駐廠安全小組針對化學品管制稽查重點為是否依規定申請攜入及攜出、使用地點及數量是否與申請表相符、申請使用期限是否過期等，另針對廢料管制作業稽查重點為料帳管理、各項作業是否依程序書留存紀錄、廢棄物分類情形等，共開立 5 件 CAP，均已自主完成改善；廠務管理與有機化學品攜入攜出管制方面，作業現場依程序書管制工具之出入，本會視察員現場巡視僅發現廢棄物管理及掛卡缺失，已要求改善；乾性廢棄物接收、分類管制及抑減方面，作業期間確認廠方對於管制區內各項作業產生之物料或機件設備應盡可能回收利用，其中可再利用之物品，由工作人員先進行初步除污，量測合格並符合離開管制區之物料，則由保健物理組確認後放行。如此可大量減少放射性廢棄物之產生，達到減廢之目的；系統洩水洩油管制及處理作業方面，各項洩水作業均依檢修工作聯絡書申請登錄，系統洩水期間監視各區域集水坑廢液飼入量，未有異常增加情形。

2. 本次 MSC 作業，有關放射性廢棄物管理相關作業之檢查，無發現重大缺失及有影響安全營運之情事。

陸、廠外環境監測

一、監測概述

核二廠 2 號機 MSC-1 作業，本會輻射偵測中心提供 112 年 9 月 8 日至 113 年 1 月 5 日期間，執行核二廠海水及岸沙等環境試樣分析，藉以評估對環境影響情形。

二、分析結果

本次環境輻射監測分析結果如附表，海水及岸沙試樣僅檢測出天然放射性核種，未檢測出任何人工放射性核種。

附表 核二廠周圍環境試樣加馬能譜分析結果

試 樣 名 稱	取樣 地點	取 樣 日 期	活 度					
			鈹-7*	鉀-40*	鈷-60	銩-137	釷系列*	鈾系列*
海 水	出水口	112.08.31	—	12	—	—	—	—
		112.09.30	—	12	—	—	—	—
		112.10.31	—	11	—	—	—	—
		112.11.30	—	13	—	—	—	—
		112.12.29	—	13	—	—	—	—
		113.01.31	—	11	—	—	—	—
岸	聯勤活動 中心	112.07.06	—	330	—	—	13	14
		112.10.09	—	165	—	—	—	10
		113.01.08	—	252	—	—	12	16
	金山	112.07.06	—	409	—	—	16	20

沙	海水浴場	112.10.09	—	369	—	—	13	—
		113.01.08	—	288	—	—	—	—
	出水口左側	112.07.06	—	158	—	—	7	9
		112.10.09	—	249	—	—	13	15
		113.01.08	—	320	—	—	16	19
	出水口右側	112.07.06	—	433	—	—	14	20
		112.10.09	—	383	—	—	14	15
		113.01.08	—	250	—	—	6	—

備註一：單位：海水:貝克/升、岸沙：貝克/公斤。

備註二："—"表示低於最低可測活度 (<MDA)；"*"表示天然放射性核種。

三、結論與建議

綜合環境監測海水及岸沙等試樣放射性含量分析結果顯示，核二廠 2 號機 MSC 作業對廠外環境無輻射安全影響。

柒、總結

核二廠 2 號機第 1 次 MSC 作業自 112 年 9 月 8 日至 113 年 1 月 5 日計 120 天，期間各項機組設備維護工作，電廠人員皆依規定進行核能安全管理、廢料管控與輻射安全防護等作業。另由核二廠周圍環境試樣結果可知，本次核二廠 MSC 期間輻射作業管制良好，對周圍環境無輻射影響之疑慮。

針對此次 MSC 作業之視察發現與建議事項，本會已當場要求台電公司改善，期此次相關經驗能回饋至爾後之機組 MSC 作業中，使核二廠 MSC 作業品質更臻完善。

附件 核二廠 2 號機第 1 次 MSC 視察計畫

一、視察人員：

領 隊：鄭科長再富

第一組：廖柏名、熊大綱、張自豪、吳宗翰、莊宴惠、羅毅駿、胡弘昌

第二組：賴良斌、黃議輝、林駿丞、黃俊華

第三組：張明倉、馬志銘、林清源

二、視察時程：

112 年 9 月 8 日至 113 年 1 月 5 日（約 120 天）(依實際工期適當調整)

三、注意事項：

1. 請電廠品質組及核安處駐廠小組嚴格稽查包商施工狀況及 MSC 作業品質。
2. 請加強異物入侵經驗回饋及防範措施。
3. 潛在危害作業(吊運、吊掛、動火等)及高壓電力維護作業等請加強工安防護措施。
4. MSC 作業期間應加強防範人為作業疏失及工安管理。
5. 本次視察承辦人：莊宴惠(TEL：22322137)。

四、各分組視察項目如下：

第一組

1. 管路薄化超音波測厚(安全相關)
2. 一次圍阻體水下襯板 VT-3 目視檢測
3. 反應爐支撐裙鈹錨定螺栓超音波檢測
4. 水災防護管路穿越器現場巡視檢查

- 5.緊急爐心冷卻系統功能測試
- 6.低壓爐心噴灑系統邏輯功能測試
- 7.安全有關 4.16 kV 匯流排低電壓電驛功能測試
- 8.安全有關蓄電池組檢查與充電機容量試驗
- 9.PDST 泵、閥維護與測試作業
- 10.備用硼液控制系統 18 個月可用性核對

第二組

- 1.曝露管制
- 2.人員防護
- 3.廠區環境管制作業
- 4.輻射偵監儀器
- 5.合理抑低(ALARA)計畫

第三組

- 1.廠房廠務管理
- 2.廢棄物營運之核安品保稽核
- 3.有機化學品攜入攜出管制
- 4.乾性廢棄物接收、分類管制及抑減
- 5.系統洩水及洩油管制及處理作業