

核一廠除役期間 2 號機第 1 次維護
測試週期(MSC)視察報告

行政院原子能委員會
中華民國 110 年 10 月

摘要

核一廠 2 號機第 1 次維護測試週期 (Maintenance Surveillance Cycle, MSC) 作業，自 109 年 9 月 1 日至 110 年 3 月 12 日計 193 天，主要是核一廠進入除役，由於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，依本會管制要求，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 期間，針對重要安全相關的作業進行現場品質查證。

本報告彙整 MSC 期間本會視察之工作結果，分別針對核能安全(含 COVID-19 防疫措施落實執行)、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，除核能管制處駐廠視察員於駐廠期間參與相關作業查證，另本會各局處亦執行相關視察及包括輻射防護處 (5 人日)、放射性物料管理局 (20 人日) 及輻射偵測中心 (12 人日) 等視察人力。

本報告之結論：1.核安管制部分，視察結果大多符合要求，不符程序書規定及維修作業疏失事項，已要求電廠改正。2.輻防部分，人員集體劑量為 217 人毫西弗，依合理抑低計畫執行，未發現輻射安全之缺失。3.廢棄物營運管理部分，檢查結果無重大異常，未發現違反相關安全規定之情事。4.環測結果顯示對周圍環境無輻射安全之影響。

目 錄

頁次

一、前言.....	1
二、MSC 主要工作項目.....	1
三、本次 MSC 重要視察項目.....	2
(一)除役期間檢測(PDSI).....	2
(二)除役期間測試(PDST).....	5
(三)用過燃料池系統維護及測試查證.....	7
(四)餘熱移除/爐心噴灑系統維護及測試查證.....	10
(五)聯合廠房冷卻水系統維護及測試查證.....	12
(六)直流相關系統電氣維護查證.....	13
(七)緊急柴油機維護及測試查證.....	14
(八)二次圍阻體通風系統維護及測試.....	16
四、MSC 廢料營運視察.....	19
(一)視察目的.....	19
(二)視察人日.....	19
(三)視察結果.....	19
(四)結論.....	23
五、輻射防護管制.....	24
(一)概述.....	24
(二)視察人日.....	24
(三)視察結果.....	24
(四)結論.....	30
六、廠外環境偵測.....	30
(一)概述.....	30

(二)視察人日.....	31
(三)分析結果.....	31
(四)結論.....	31
九、結論.....	31
表一 核一廠周圍環境試樣放射性分析結果.....	32
附件一 MSC 視察計畫.....	33

核一廠 2 號機第 1 次 MSC 視察報告

一、前言

核一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，原能會要求比照運轉期間，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) 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一廠除役計畫第 5 章過渡階段前期需維持運轉系統安全及非安全相關系統設備，並依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 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。

為監督電廠執行核能機組 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進行視察。總計此次核一廠 2 號機第 1 次 MSC，為督促台電公司做好各項維修工作，除核能管制處駐廠視察員於駐廠期間參與作業查證，另投入輻射防護處（5 人日）、放射性物料管理局（20 人日）及輻射偵測中心（12 人日）等視察人力。視察計畫如附件一。

二、MSC 主要工作項目

核一廠 2 號機第 1 次 MSC，自 109 年 9 月 1 日至 110 年 3 月 12 日，工期共計 193 天，作業期程原至 110 年 1 月 15 日止，因新增緊要海水泵 B 台出口滲流之臨時檢修作業時程，變更至 110 年 3 月 12 日。作業

項目為依除役過渡階段前期系統分類原則屬表 5-A(除役過渡階段前期需維持運轉之安全相關系統)及表 5-B(除役過渡階段前期需維持運轉之非安全相關系統)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。較重要的工作項目如下：

- (一) 第五台柴油機執行 MSC1 維護 W3 階層維修。
- (二) ESW-2A/2B、RHR-2D 高壓馬達內檢。
- (三) 4.16kV 匯流排#2 及#3 停電清掃、斷路器內檢維護作業。
- (四) 480V POWER CENTER PC-2A/2B、PC-3A/ 3-4A 停電清掃、斷路器分解檢查。
- (五) RHR-2D、CSCW-2A 拆檢。
- (六) CS、C/U、R/W 統管路薄化 UT 測厚。
- (七) 乾井內管路銲道 UT/PT 檢測(PDSI 項目)。
- (八) 一次圍阻體凸緣及噴嘴與殼間焊道目視檢測、一次圍阻體螺栓、內外表面目視檢測(PDST 項目)。

為管制 MSC 之作業品質，本會特訂定視察計畫並落實執行，以確保機組除役期間之安全性與穩定性。此次本會視察分為三組，其中第一分組為核管處所組成，第二分組由輻防處組成，第三分組由物管局組成。視察計畫內容詳如附件二。

三、本次 MSC 重要視察項目

為落實核能除役機組之 MSC 安全管制，本會在事前便會妥善規劃，針對核一廠 2 號機除役期間較重要之安全有關持續運轉設備、MSC 期間之重要維護工作、以及重要系統功能測試等工作項目執行現場查證，茲將本次核一廠 2 號機第 1 次 MSC 視察結果分述如后：

- (一) 除役期間檢測(PDSI)

除役期間檢測可以偵測到反應爐冷卻水系統、緊急爐心冷卻系統、風險顯著性管路與組件、以及圍阻體系統等壓力邊界失效之徵兆。若前述系統組件與管路銲道之劣化，將導致風險之明顯增加。本項視察目的為評估電廠監視反應器冷卻水系統邊界、風險顯著性管路系統邊界、及圍阻體邊界劣化情形的有效性，視察範圍為下列結構、系統及組件（SSCs）：

- (1) 反應爐冷卻水系統壓力邊界。
- (2) 連接反應爐冷卻水系統之管路，如其失效將導至界面系統冷卻水流失事故。
- (3) 風險顯著性之管路系統邊界。
- (4) 圍阻體系統邊界（包括塗漆系統）。

本次定期維護(MSC)視察內容包括：(1)檢測人力與資格，以確認其非破壞檢測資格均符合美國機械工程師協會(ASME)鍋爐與壓力容器法規第十一部(B&PV Code Section XI)之相關規定；(2)非破壞檢測（NDE）作業規劃，包含全體積及表面檢查作業；(3)現場作業視察、本次大修有關 ASME Code 所規定 Class 1 或 2 構件及管路銲道檢測紀錄，以確認作業是依據核一廠 2 號機除役過渡階段前期檢測計畫，及 ASME B&PV Code 2001 年版及 2002/2003 修訂版的要求進行。

1.視察依據：

- (1) 核一廠第四個十年運轉期間檢測計畫
- (2) 核一廠除役過渡階段前期檢測計畫
- (3) 核發處程序書 DONG-I-5.2-T「核能電廠運轉期間非破壞檢測人員考訓與資格審定程序」
- (4) 核發處程序書 PDSI-UT-11-20「相異金屬管銲道超音波檢測」
- (5) 核發處程序書 PDSI-UT-11-22「反應爐壓力槽銲道超音波檢

測」

- (6) 核發處程序書 PDSI-MT-11-1 「磁粒檢測」
- (7) 核發處程序書 PDSI-UT-11-19 「管嘴內側圓弧區域超音波檢測」
- (8) 核一廠程序書 D1205.05 「組件及支架目視檢測 (VT-1/3)」
- (9) ASME B&PV Code Sec XI

2. 視察結果：

- (1) PDSI 計畫項目編號第 3-5、18-19、23-26 及 49-52 項執行 PT 檢測，經現場查證電廠檢測隊依台電公司核發處程序書 PT-11-1 執行液滲檢測，檢測過程符合程序書作業規定，檢查結果無異常發現。
- (2) PDSI 計畫項目編號第 3-5、19、23-26 及 49-52 項執行 UT 檢測，經現場查證電廠檢測隊依台電公司核發處程序書 UT-11-3 執行超音波檢測，檢測過程符合程序書作業規定，檢查結果無異常發現。
- (3) 第四個十年運轉期間檢測計畫 ISI 補檢檢測有關 EOC-28 Code 項目編號第 2-55-2-58、2-60-2-61、2-63 及 2-65 項執行 UT 檢測，經現場查證電廠檢測隊依台電公司核發處程序書 UT-11-19 執行超音波檢測，檢測過程符合程序書作業規定，檢查結果無異常發現。

3. 結論與建議：

有關 PDSI 及第四個十年運轉期間檢測計畫 ISI 補檢檢測 EOC-28 視察結果，包括儀器校正、程序書執行內容和現場檢測情形等，未發現異常。所查證 PDSI、ISI 檢查項目，可符合核一廠除役過渡階段前期檢測計畫、第四個十年營運期間檢測計畫及相

關程序書之要求。

(二) 除役期間測試(PDST)作業

除役期間測試(PDST)作業包括泵、閥、減震器、支吊架、Class 1、2、3 組件、一次圍阻體相關目視檢查與系統隔離邊界之壓力洩漏測試等設備與組件。核一廠除役期間測試計畫，係承諾引用 ASME Code 之 2001 年版及 2002/2003 修訂版，以及 ASME/ANSI OM Code 2001 年版及 2002/2003 修訂版之要求，訂定除役期間測試計畫

本次 MSC 視察內容包括：(1)泵、閥功能測試，確認泵的額定流量測試(含流量、壓力、振動及軸承溫度)，閥的操作開關時間與洩漏量測符合 ASME/ANSI OM Code 2001 年版及 2002/2003 修訂版 ISTB 及 ISTC 規定；(2)圍阻體隔離閥洩漏測試，確認洩漏率符合 IST-C 規定；(3)一次圍阻體內外表面、螺栓組件及焊道目視檢測與特定地區檢查，確認符合 ASME Code Sec XI IWE 要求；(4)減震器(Snubber)目視檢查(VT-3)及功能測試，確認洩漏率符合 ISTD 規定以及 ASME Code Sec XI IWD 相關要求。

1. 視察依據：

- (1)核一廠程序書 D606.1.1-A「爐心噴灑泵可用性及流量試驗(A串)」
- (2)核一廠程序書 D606.1.2「爐心噴灑系統 MOV 運轉能力測試(A串)」
- (3)核一廠程序書 D606.3.2-A「緊要海水泵及餘熱移除海水系統增壓泵運轉能力定期偵測試驗(A串)」
- (4)核一廠程序書 D612.19「各類減震器檢測程序書」
- (5)核一廠程序書 D612.19.1「液壓式減震器性能測試及檢修程序書」

(6)核一廠程序書 D612.19.2 「機械式減震器性能測試程序書」

(7)核一廠程序書 D1205.08「一次圍阻體凸緣及噴嘴與殼間焊道目視檢測程序書」

(8)核一廠程序書 D1205.09「一次圍阻體內外表面特定地區加強檢查」

2.視察結果：

(1)泵與閥測試之視察結果摘述如下：

查證電廠依據程序書 D606.3.2-A 「緊要海水泵運轉能力定期偵測試驗(A 串)」執行 Comprehensive 測試，緊要海水泵 A 台進口壓力 $0.3 \text{ kg/cm}^2 (>0.29 \text{ kg/cm}^2)$ 、出口壓力 $4.2 \text{ kg/cm}^2 (>4.15 \text{ kg/cm}^2)$ 、及流量 $101 \text{ LPS} (>100 \text{ LPS})$ ，測試結果均符合接受標準。

查證電廠依據程序書 D606.1.1-A 「爐心噴灑泵可用性及流量試驗(A 串)」執行 Comprehensive 測試，爐心噴灑冷卻泵進口壓力 $0.24 \text{ kg/cm}^2 (>0.2 \text{ kg/cm}^2)$ 、出口壓力 $22.5 \text{ kg/cm}^2 (>22 \text{ kg/cm}^2)$ 及流量 $236 \text{ LPS} (>235 \text{ LPS})$ ，測試結果符合 SR 3.5.1.5、SR 3.5.2.5、SR3.3.5.1.2 及 IST-B 接受標準。另依據程序書 D606.1.2-A 「爐心噴灑系統 MOV 運轉能力測試(A 串)」執行 MOV 編號 E21-F001A、F004A、F005A、F015A 及 F031A 閥開關全程時間均符合 IST-C 接受標準。

(2)查證減震器(Snubber)目視檢查(VT-3)及功能測試之視察結果摘述如下：

查證電廠執执行程序書 D612.19.1 液壓式減震器性能測試及檢修文件，有關液壓式減震器功能測試執行情形，編號 SSA1~SSA3、SSA5、SSA7、SSA12 及 SSA13 共 7 只壓縮/拉伸滲液率(in/min)測試結果符合程序書 10 in/min 之規定。

查證電廠執行程序書 D612.19.2 機械式減震器性能測試，1 只 PSA-1/2 及 27 只 PSA-1/4 機械式減震器之 PSI 測試，鎖住時間大於 0.24 sec 及克服靜摩擦力 600 in/pound 測試結果符合程序書規定。

查證電廠執行程序書 D612.19 有關乾井 EL25'~37' 和 EL58'~123' 不可接近區域之減震器 VT-3 目視檢測，及 Cold Setting 值量測，目視檢查結果符合接受標準。

(3) 查證一次圍阻體內外表面、螺栓組件及焊道目視檢測與特定地區檢查之視察結果摘述如下：

抽查程序書 D1205.08「一次圍阻體凸緣及噴嘴與殼間焊道目視檢測程序書」位於反應器廠房 0.92' 處 Torus Bottom Drain Flange Welds (22.5 度) 之 VT-G 檢查結果正常。

3. 結論與建議：

本次 MSC PDST 測試作業，視察範圍包括儀器校正、程序書執行內容和現場測試情形等，未發現異常。所查證 PDST 測試項目，可符合核一廠除役過渡階段前期測試計畫、除役過渡階段前期技術規範及相關程序書之要求。

(三) 用過燃料池系統維護及測試查證

本項視察範圍包含用過燃料池冷卻淨化系統(SFPCCS)、新增用過燃料池冷卻系統(SFPACS)之結構系統組件(SSCs)，以及其附屬閥、泵與儀控設備。在除役過渡階段用過燃料池冷卻淨化系統 SFPCCS 主要功能為：移除用過燃料池內貯放之用過燃料所釋出之衰變熱量，維持用過燃料池內適當的溫度及水位，減低腐蝕產物和放射性濃度，並保持池水純淨以提高能見度便利燃料元件的水中作業。另新增用過燃料池冷卻系統(SFPACS)係因應用過燃料池貯存容量第二次擴充，為增加用過燃料池移熱能力，而新增之冷卻系統。

本項視察係參考本會視察程序書 NRD-IG-59「除役階段電廠用過燃料池安全性視察」，針對核能一廠永久停機反應器之用過燃料貯存安全進行查證，查核重點包括：(1)用過燃料池冷卻水存量控制；(2)用過燃料池儀器、警報和洩漏偵測；(3)用過燃料池水化學與淨化控制；(4)用過燃料池臨界安全與控制；(5)用過燃料池運轉與電源供應。

1.視察依據：

- (1) 核一廠程序書 D606.10-A「新增燃料池冷卻系統定期測試程序書(A串)」
- (2) 核一廠程序書 D606.10-B「新增燃料池冷卻系統定期測試程序書(B串)」
- (3) 核一廠程序書 D706.4「燃料池冷卻淨化系統儀控設備 MSC 維護校正程序」
- (4) 核一廠程序書 D795.7「機械組定期預防保養作業程序書」
- (5) 核一廠程序書 D776.2「用過燃料池冷卻淨化系統可程控制儀控設備相關儀器維護校正」
- (6) 核一廠程序書 D781.7「燃料池冷卻水泵維護工作程序書」
- (7) 核一廠程序書 D781.10「新增燃料池循環水泵及冷卻水泵維護」
- (8) 核一廠程序書 D780.13「球閥維護程序書」
- (9) 核一廠程序書 D734.5「燃料池預敷泵程序書」

2.視察結果：

- (1) 查證電廠依據程序書 D606.10-A「新增燃料池冷卻系統定期測試程序書(A串)」及 D606.10-B「新增燃料池冷卻系統定期測試程序書(B串)」執行測試，測試過程一次側冷卻水流量大於

1200 gpm，二次側冷卻水泵 P-143-163A/B 出口壓力大於 91 psi，測試結果均符合接受標準。

- (2) 查證電廠依據核一廠程序書 D795.7「機械組定期預防保養作業程序書」，於本次維護作業設備可用期間，執行燃料池冷卻泵 A/B/C 台定期維護檢查，並測量振動值、出口壓力及過濾除礦床流量均能符合接受標準。
- (3) 依據程序書 D706.4「燃料池冷卻淨化系統儀控設備 MSC 維護校正程序」查證電廠執行反應器廠房 5 樓 LE-116-8A/8B 水位與 TE-116-8A/8B 溫度偵測器、電纜室 LI-116-8A/8B 水位指示器、4 樓 LI-116-8A1/8B1 及導波水位指示器校正作業，以及模擬廠區失電 AC 電源自動切換為 DC 電源測試，維護校正結果符合接受標準。
- (4) 依據程序書 D776.2「用過燃料池冷卻淨化系統可程控制儀控設備相關儀器維護校正」查證電廠執行用過燃料池冷卻淨化系統可程控制儀控設備相關儀器維護校正，包含電源供應模組、PLC 主機、乙太網路模組、備援模組等相關執行紀錄，維護校正結果符合接受標準。
- (5) 依據程序書 D781.10「新增燃料池循環水泵及冷卻水泵維護」查證電廠執行新增用過燃料池循環泵及冷卻泵維護作業，本次執行 ASFPCS-AS/BS 循環泵及冷卻泵共 4 台拆解檢查。另依據程序書 D781.7「燃料池冷卻水泵維護工作程序書」查證電廠執行 SFPCS-BS 台拆解檢查與 AS/CS 台簡略檢查等相關執行紀錄，維護檢查結果均能符合接受標準。
- (6) 依據程序書 D780.13「球型閥檢修程序書」查證電廠執行反應器廠房 3~4 樓用過燃料池系統球型閥維護作業，本次執行用過燃料池系統系統 V-116-217AS/217BS/227AS/227BS/227CS/228S/233AS/233BS/252AS~FS/255S/256AS/256BS/265S/281S/

282S/283S，以及新增用過燃料池系統系統 V-143-154S/155S / 171AS/171BS 共 25 項，維護檢查結果均能符合接受標準。

- (7) 依據程序書 D734.5 「機械組核機泵浦維護檢修程序書」查證電廠執行反應器廠房 3~4 樓用過燃料池系統過濾除礦預敷泵 116-P-96-1AS、支持泵 116-P-48-1AS/BS、新增用過燃料池沙濾循環泵 143-P-164AS/BS 維護作業，本次上述 P-96-1AS、P-48-1AS/BS 台拆解檢查與 P-164AS/BS 台簡略檢查等相關執行紀錄，維護檢查結果均能符合接受標準。

3. 結論與建議：

此次針對 MSC 期間有關用過燃料池系統包含用燃料池冷卻系統與新增用過燃料池冷卻系統相關維護及測試之查證，包括測試結果、儀器校正、維護作業等，可符合相關程序書之要求。

(四) 餘熱移除/爐心噴灑系統維護及測試查證

餘熱移除系統(RHR)主要功能在於當反應爐發生喪失爐水事故時，能在很短時間內及時補水以防爐內燃料熔毀，同時能將反應爐內用過燃料之衰變熱帶走，至於爐心噴灑系統(CS)則能提供爐心噴灑冷卻。核一廠正式進入除役期間後，在爐心燃料尚未移出前，核一廠除役過渡階前期安全分析報告 (PDSAR) 要求 RHR 及 CS 系統需維持可用，以確保此階段核一廠之安全。本次 2 號機 MSC 視察，選定 RHR 及 CS 系統相關維護與測試作業進行查證，結果如下：

1. 視察依據

- (1) 核一廠程序書 D706.1 「RHR 泵迴轉組件移除與更換」
- (2) 核一廠程序書 D755.1 「電廠高壓馬達維護檢查程序」
- (3) 核一廠程序書 D726.12 「廠用海水管路及熱交換器」
- (4) 核一廠程序書 D780.18 「使用閘門檢測設備執行電動閘操作

能力驗證電動閥必須執行操作能力驗證」

2. 視察結果

- (1) 查證電廠 2 號機執行 D706.1 「RHR 泵迴轉組件移除與更換」，查證結果確認此次定期維護電廠依據排程只執行 RHR 泵 D 台拆檢，經現場查證確認 RHR 泵 D 台泵內檢結果狀況良好，RHR 泵 D 台軸封為石墨型式隨運轉時間會有所磨耗，檢查雖並未發現有過度磨耗現象，但電廠仍依規定進行軸封更換並進行回裝作業，查證電廠維護紀錄確認 RHR 泵 D 台之運轉間隙、葉輪及泵出口彎管銲道液滲檢查 (PT) 結果及扭力扳手校正紀錄等，均符合規定與程序書要求。
- (2) 查證 D755.1 「電廠高壓馬達維護檢查程序」，經查證電廠電氣組配合 CS 泵 B 台拆檢進行馬達線圈檢查、潤滑油值分析、馬達內檢及軸承與軸頸之間隙檢查等，由檢查相關紀錄顯示 CS 泵 B 台馬達狀況正常，維護過程人員依規定紀錄並有品質人員進行平行查證，符合品保規定。
- (3) 查證電廠 RHR 系統熱交換器檢查維護紀錄，電廠依據程序書 D726.12 「廠用海水管路及熱交換器」執行 RHR 系統熱交換器內管檢查，電廠利用渦電流 (eddy current) 方式進行熱交換器內管非破壞檢測，依 2 號機熱交換器 A/B 串非破壞檢測紀錄結果，其中只有 A 串熱交換器只有 1 支內管有凹陷 10%，但並未達 50% 須進行塞管之要求，因此 2 號機 RHR 系統 A/B 串熱交換器內管並未有需進行塞管之內管，查證電廠熱交換器內管維護紀錄，確認電廠依程序書規定執行檢測，未發現缺失。
- (4) 查證電廠執行 2 號機 RHR 系統 A 串管閥 (E11-MOV-004 A/C) 推力驗證，經至現場查證工作人員執行推力驗證工作，確認其測事前準備資料完整，工作人員熟悉相關工作程序程

序書 D780.18「使用閘門檢測設備執行電動閘操作能力驗證 電動閘必須執行操作能力驗證」。另工作現場位於高輻射區，工作人員及測試設備之防範污染符合輻防規定，測試進行時有關數據擷取均為電腦連線因此並無紙本可供查證確認，經後續查證確認 RHR 系統管閘推力驗證相關測試數據均符合規定，視察員並現場確認該閘之閘桿螺牙狀態完整及閘桿潤滑油的更換作業等，均符合該程序書要求。

3. 結論與建議

本項視察結果未發現缺失，其相關測試結果均符合程序書要求。

(五) 聯合廠房冷卻水系統維護及測試查證

為確保用過燃料及相關設備所需冷卻水，聯合廠房冷卻水系統 (CSCW) 於核一廠正式進入除役期間後，在爐心燃料尚未移出前，依核一廠除役過渡階前期安全分析報告要求，CSCW 系統仍需維持可用。由於核一廠已進入除役期間，部分系統與設備停止運轉，因此該系統熱負載已大幅減少，在爐心與用過燃料池仍有用過燃料狀態下，該系統仍需維持至少一組迴路運轉，以確保有足夠之能力供給緊要爐心冷卻系統及安全相關設備有足夠的冷卻水。以下就本次視察內容進行說明。

1. 視察依據

- (1) 核一廠程序書 D611.4.3-A/B「CSCW 運轉流程各閘之檢視」。
- (2) 核一廠程序書 D726.16「廠房冷卻水系統反應器廠房區域儀控設備校正 檢查程序書」。

2. 視察結果

- (1) 查證核一廠依據程序書 D611.4.3-A/B「CSCW 運轉流程各閘之

檢視」，執行 CSCW A 串及 B 串系統管路各閥於機組於 Mode5 時之正常、備用狀態確認紀錄，其相關隔離閥、進出口閥、冷卻水供給閥及回流閥之檢視結果等均符合程序書規定。

- (2) 查證核一廠依據程序書 D726.16「廠房冷卻水系統反應器廠房區域儀控設備校正 檢查程序書」，執行 CSCW 於反應器廠房區域儀器維護，核一廠依程序書檢查儀器管路與隔離閥狀態，未有損壞情形，及相關功能測試結果均符合程序書接受範圍，校驗儀器亦於有效期限之內，符合相關規定。

3. 結論與建議

本項視察結果未發現缺失，其相關測試結果均符合程序書要求。

(六) 直流相關系統電氣維護查證

核一廠直流配電系統主要為當喪失廠內外所有 AC 電源供給，供除役期間運轉所需的控制或操作電源，每部機組各有 125VDC 及 24VDC 供電系統，並由其充電機、蓄電池組及匯流排所組成。此次查證以實地抽查相關作業及其相關紀錄方式進行。

1. 視察依據

直流電源蓄電池組除於平時需進行蓄電池功能驗證及充電機 檢 查 保 養 (程 序 書 D612.8.1、D612.8.2、D612.8.3、D756.4)，MSC 期間執行各充電機 檢 查 維 護 及 容 量 測 試 (程 序 書 D756.8、D756.9、D756.10、D756.11、D756.12、D756.13.1) 及蓄電池放電試驗 (程序書 D609.3)，依其驗證功能需求來執行測試驗證項目。

2. 視察結果

(1)視察發現程序書 D609.3 「125VDC 蓄電池額定負載放電試驗及充電機容量功能測試」，針對步驟 6.16~6.18，回充電池於均衡充電 24 小時後改置於浮動充電 72 小時，抽查 5TH EDG 125VDC 及 SWBD #7 之執行紀錄，顯示回充 72 小時後，仍處於均衡充電之電壓。

(2)上述程序書 D609.3，步驟 6.16 未記錄蓄電池組開始回充電時間(T=0)之充電電壓、電流及個別電池之最高溫度等數據，已建議電廠增列紀錄，以利電池回充監測資料完整性的建立。

3. 結論與建議

針對視察發現建議，電廠已修改程序書內容並提醒各相關執行者及雙重確認者確實改正。本會另要求於下次 MSC 作業將相關步驟列為品質查證點。

(七) 緊急柴油機維護及測試查證

核一廠每部機共有 A/B 兩部緊急柴油發電機，分別供電至緊要匯流排#3 及#4，作為失去廠外電源時之緊急後備電源。另設有第 5 台緊急柴油發電機，可視需要取代原緊急柴油發電機，供電至兩部機緊要匯流排#3 及#4。

依運轉技術規範之規定，所有緊急柴油發電機除每月例行之運轉測試外，至少每 18 個月應依廠家建議所建立之程序書內容，進行設備維護工作，及 24 小時連續運轉等多項功能測試，以驗證其功能正常。

1. 視察依據

(1)核一廠程序書 D609.1-A 「手動起動及加載柴油發電機 A 台」。

(2)核一廠程序書 D609.1.2 「第五台柴油發電機手動起動加載測試（起動空壓機及燃油傳送泵）」。

- (3)核一廠程序書 D609.2.1「第五台緊急柴油機燃油數量及品質查證」。
- (4)核一廠程序書 D729.1 「緊急柴油發電機維護檢修工作程序（機械部份）」。
- (5)核一廠程序書 D729.6「第五台柴油發電機維護保養工作程序（機械部份 W3 階層）」。
- (6)核一廠程序書 D729.8「5TH EDG 維護檢修程序書（儀器部份）」。

2. 視察結果

- (1) 查證 EDG-A 台大修後 24 小時連續運轉測試情形，依程序書 D609.1-A「手動起動及加載柴油發電機 A 台」，現場查證 EDG-A 燃油傳送泵 A 台燃油傳送泵低油位自動補油、高油位停止之功能驗證作業，經查證無異常發現；查證 EDG-A 燃油傳送泵 A 台 Comprehensive 測試紀錄，泵進出口壓力、流量率及振動值等皆位於程序書接受範圍。
- (2) 查證核一廠依據程序書 D609.1.2「第五台柴油發電機手動起動加載測試（起動空壓機及燃油傳送泵）」，執行維護後 24 小時全負載測試結果紀錄，本次執行檢查表(一)測試前與測試後之狀態檢查、加載記錄表(二)之相關測試結果，以及自起動至全速全壓時間均符合接受標準。
- (3) 查證核一廠依據程序書 D609.2.1「第五台緊急柴油機燃油數量及品質查證」，執行第五台柴油機所需柴油之品質檢驗，本次油品之顆粒濃度、水分與沉澱物之取樣化驗結果，以及儲存槽最低存量，均符合程序書規定。
- (4) 查證核一廠依據程序書 D729.1「緊急柴油發電機維護檢修工作程序（機械部份）」，分別對潤滑油、護套水、冷卻水之

進出口壓力與壓差，以及調速機油尺刻度等進行查證，經查作業與檢修結果符合規定及接受標準，另查證 EDG-A 台汽缸襯套冷卻水歧管安裝作業情形，現場工作人員均依程序書步驟執行，無異常發現。

- (5) 查證核一廠依據程序書程序書 D729.6「第五台柴油發電機維護保養工作程序（機械部份 W3 階層）」，執行相關維護作業，本次進行引擎冷卻水泵軸封與冷卻水、增壓空氣冷卻水泵軸封與冷卻水更換、引擎相關設備之檢查，以及柴油機相關設備組件之清理維護作業，品質組並進行相關查證，維護結果符合接受標準。
- (6) 查證核一廠依據程序書程序書 D729.8「5TH EDG 維護檢修程序書（儀器部份）」，執执行程序書表一至表五等相關系統檢查記錄表，包含起動空氣系統儲存槽與壓力開關、燃油系統相關壓力錶、引擎水箱及交換器系統之冷卻水泵與熱交換器潤滑油系統相關泵壓力開關、引擎排氣歧管溫度及冷卻溫度儀器等設備之校正作業，校正結果符合接受標準。

3. 結論與建議

本項視察結果未發現缺失，其相關維護測試結果均符合程序書要求。

(八)二次圍阻體通風系統維護及測試查證

二次圍阻體系統的主要功能，在事故時防止放射性物質外洩影響環境及民眾安全。核一廠二次圍阻體通風系統主要包括備用氣體處理系統（Standby Gas Treatment System, SBGT）和反應器廠房正常通風系統構成。鑑於二次圍阻體功能完整性之重要，故本次選定為 MSC 工作之查證項目。

1. 視察依據

- (1) 核一廠程序書 D608.2.6 「備用氣體處理系統儀器校正」。
- (2) 核一廠程序書 D608.2.6 「D608.2.1-A/B 備用氣體處理系統 HEPA 過濾器及活性碳床之壓力降測試程序(A/B 串)」。
- (3) 核一廠程序書 D608.2.7-A/B 「備用氣體處理系統運轉功能及效率試驗(A/B 串)」。
- (4) 核一廠程序書 D608.2.5-A 「備用氣體處理系統隔離閥功能測試(A 串)」。
- (5) 核一廠程序書 D608.3.1 「二次圍阻體功能試驗」。

2. 視察結果

- (1) 程序書 D608.2.6 備用氣體處理系統"儀器校正"係為執行二次圍阻體洩漏試驗時，於試驗前對流量及負壓儀器完成校正作業，以確保儀器指示及功能正確，其須符合 TRM 之 TRS3.3.6.2.1 要求。其中特別要求每次校正時，須一併對盤內含所屬迴路設備進行電廠老化管理方案 AMP.XI.M36/M36F 「系統巡視」，檢視發現於 4.5 節已就此「系統巡視」執行目視檢查，儀器盤/架錨定完整(無鬆動、無欠缺螺帽、埋板無生鏽)，亦無材料腐蝕與異常洩漏等情形；校正測試作業完成後，品質組亦執行查證，未發現有不合情形，視察結果未發現異常。
- (2) 程序書 D608.2.1-A 備用氣體處理系統 HEPA 過濾器及活性碳床之壓力降測試程序(A 串)，係在測試確認濾材是否堵塞，以及是否符合 SR3.6.4.3.2 之壓力降測試要求。本項測試在 SBGT-A 串風量在 1500±10%條件下執行，測試前並需目視檢查確認過濾器、墊片、風箱、風扇與 DAMPER 是否完整。經起動 SBGT-A 串流量為 1370SCFM；HEPA 之壓差在前過濾器為 0.70 吋、後過濾器為 0.55 吋，總壓差為 2.05 吋，符合

測試接收標準。另後續換串執行程序書 D608.2.1-B 起動 SBGT-B 串流量達 1470 SCFM；HEPA 之壓差在前過濾器為 0.50 吋、後過濾器為 0.85 吋，總壓差為 2.30 吋，亦符合測試接收標準。

- (3) 程序書 D608.2.7-A 備用氣體處理系統運轉功能及效率試驗前，需先依程序書 D608.2.3-A 對 SBGT-A 執行目視檢查，以及 HEPA 及 HECA 差壓錶頭校正作業；測試使用煙霧劑 PAO，由於其自燃溫度為 650°F，因此煙霧產生器出口溫度不可超過此限值，此外並需避免人體長時間接觸。相關設備儀器之校正經本證均符合要求。測試過程三項需雙重確認項目，經查證均有人員簽署確認。測試結果包括 HEPA 過濾效率及活性碳床對鹵化物氣體吸附效率在 99.988 以上，符合 99.95% 以上之要求；HEPA 過濾器壓差亦符合 0.5~2.35 吋水柱高規定。另後續換串執行程序書 D608.2.7-B 串備用氣體處理系統運轉功能及效率試驗，測試 HEPA 過濾器壓差亦符合 0.5~2.35 吋水柱高規定。
- (4) 程序書 D608.2.5-A 備用氣體處理系統隔離閥功能測試 (A 串) 係為確認二次圍阻體是否可保持負壓並符合要求，隔離閥為本項測試關鍵設備。測試內容包括：閥開關全程測試、閥喪失動力測試，以及閥開關位置現場查證等，本項測試 HV-SB-02、HV-SB-04、HV-SB-07、HV-SB-09、HV-SB-15 等 5 隔離閥，其開/關行程時間，亦均在上/下限與最大限值以內，符合測試要求。另，閥動力源切除經現場觀察閥動作位置與 Fail Safe 閥位一致，測試結果正常符合要求。
- (5) 程序書 D608.3.1 二次圍阻體功能試驗為驗證在使用一串 SBGT，執行二次為阻體完整性試驗，兩階段隔離二次圍阻體出入門(雙重門)之內外門各一小時，以證實其能維持 0.635 公分(0.25 吋)水柱以上之真空。本測試透過執行 SBGT

A 串執行，測試流量持在 1430~1450 SCFM 之間，負壓在 0.8~1.0 公分之間，符合 0.635 公分(0.25 吋)水柱以上之真空要求，可滿足完整性要求，符合技術規範 SR 3.6.4.1.4 規定。

3. 結論與建議：

本項二次圍阻體通風系統維護及測試之查證，視察結果未發現有異常情形，可符合相關程序書之要求。

四、MSC 廢料營運視察

(一)視察目的

為監督台電公司於核一廠2號機MSC作業期間，放射性廢棄物相關之作業安全與營運品質，並確保固體及液體廢棄物之產量可有效抑減，本會於核一廠此次作業期間(109年9月1日至110年3月12日)成立檢查小組，就本次MSC作業之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，規劃包含廠務管理檢查、廢棄物營運品保稽核、有機化學品攜入攜出管制、放射性廢棄物之抑減、分類與管控、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)視察人日

本次MSC之放射性廢棄物營運檢查作業，依廠方現場作業之規劃與實際作業情形擇4天執行，合計20人日。

(三)視察結果

1. 廢棄物處理廠房廠務管理

- (1) 巡視現場各作業區域，發現核一廠均有依據程序書設立污染管制圍籬，並有放置分類回收桶，通道空間維持清潔，廠務管理良好。

- (2) 110年1月15日至聯合廠房 17.33 呎檢查，於 TK-6-1AS 除礦水儲存槽(DST)旁，發現地面有一灘水漬與鞋印，疑從管線閘門流出，台電公司已立刻改善。
- (3) 承上，同日檢查反應器廠房 3F，發現電梯口地面有一灘水漬與鞋印，疑從消防管線閘門(V-113-362)下方流出。台電公司已立刻改善。
- (4) 110年2月2日再抽查前述區域，未發廠房有漏水與積水之現象。另檢查反應器廠房各樓層，現場人員於作業後，工具皆有整理後再攜出，未隨意放置。
- (5) 綜整本次 MSC 作業期間，各作業區之廢棄物管理良好，廢料處理組有設置廢棄物收集桶，工作人員皆依照標示放置棉紗手套、橡膠手套以及輻防衣物，廠務管理良好。

2. 廢棄物營運品保稽核

- (1) 查證台電公司核安處駐廠安全小組針對本次 MSC 作業訂定之稽查計畫，設備檢修期間的廠務管理稽查係由第三組人員負責工安、化學及廢料管制作業，由駐核一廠安全小組稽核成員共 4 員，共同執行現場稽查工作。與廢料管理相關之稽查內容，包括化學品管制、放射性廢液排放管制、MSC 洩水管制及廢料管制作業等 4 項。查核第三組的稽查報告，發現駐廠安全小組確實依稽查計畫執行作業。
- (2) 化學品管制方面，MSC 期間核安處駐廠安全小組總計執行 5 次現場稽查作業，稽查結果未發現異常，現場使用之化學品均有張貼化學品管制標籤，且實際使用區域均與申請使用區域相符，符合化學品管制規定。
- (3) 放射性廢液排放管制方面，MSC 期間核安處駐廠安全小組總計執行 46 次現場稽查作業，稽查結果未發現異常。惟稽

查報告表頭的稽查時間與內容所述之現場稽查日期不相符，109年11月1日的現場稽查發現未勾選是否符合洩水規定，核安處駐廠安全小組人員已修正以上2項錯誤。

- (4) MSC 洩水管制方面，核安處駐廠安全小組總計執行12次現場稽查作業，稽查結果未發現異常。惟稽查報告表頭的稽查時間與內容所述之現場稽查日期不相符，核安處駐廠安全小組人員已修正錯誤。
- (5) 廢料管制方面，MSC 期間核安處駐廠安全小組總計執行6次現場稽查作業，稽查結果未發現異常。惟109年10月12日以後再無現場稽查結果，核安處駐廠安全小組解釋，係因該項負責人員暫時改執行其他任務所致，對次已提醒核安處應掌控稽查人力調度，以避免某項稽查工作出現空窗。另發現稽查報告表頭的稽查時間與內容所述之現場稽查日期不相符，核安處駐廠安全小組人員已修正錯誤。
- (6) 本次 MSC 大修之廢棄物營運核安品保稽核作業，經查閱其稽查計畫、查核項目表及稽查報告等資料，未發現重大異常事項。惟本次核安處第三組之稽核人力調度出現瑕疵，致使廢料管制作業項目的稽查頻次稍嫌不足，對此已請駐廠安全小組妥善規劃下次 MSC 大修之稽查人力，以落實三級品保作業成效。

3. 有機化學品攜入攜出管制

- (1) 為管制有機化學品之攜入、攜出與使用，廠方廢料處理組於本次 MSC 作業期間，將宣導資料置於核一廠內部網頁及核一廠廢料處理組入口處，向核一廠同仁宣導有機化學品攜入管制區內使用之相關規定，有利於廠房內有機化學品之使用安全。

- (2) 現場查核有機化學品管制情形，檢查期間廠方於核一廠反應器廠房標高 39.83 呎樓層之設備維護作業，作業區域之污染隔離墊外設有設備洩油之油料接收桶，廠方於此接收桶表面貼有「使用過之非燃料用油」標籤進行管理，符合廠方程序書之規定；另查核前述樓層置放之氮氣瓶，結果依廠方程序書之規定貼有化學品管制標籤，並查核確認該氮氣瓶之物品內容、擺放位置、申請使用期限等資訊，皆與使用申請單內容一致，未發現異常情形。
- (3) 鑒於部分有機化學品使用後辦理攜出結案時，化學品容器表面遭受微量放射性污染無法攜出，而內容物大多為可再接續使用之有機化學品，廠方為進行有效利用並減少廢棄物產生，於 2 號機 T-11 門旁設置化學品暫存櫃，以利後續再使用。查核該工具箱中暫存之化學品，結果皆依規定貼上有機化學品管制標籤，且有機化學品內容物及存放位置等資訊皆與使用申請單之內容一致，未發現異常情形。

4. 乾性廢棄物接收、分類管制及抑減

- (1) 查核 T-11 門放射性廢棄物收集區，乾性廢棄物之分類依據核一廠依程序書 977 之規定，分為非可燃廢棄物(玻璃、廢土金屬等)及可燃廢棄物(廢油、木材等)暫存。暫存之低放射性廢棄物均使用 55 加侖桶及內分箱金屬容器盛裝；109 年 11 月 25 日開蓋抽查其中內分箱，依廠方標示確實分類。
- (2) 抽查反應器廠房設備維修作業現場之放射性廢棄物分類作業情形，現場設置可燃、非可燃廢棄物收集桶分類進行蒐集。檢查期間，工作人員依收集桶標示將廢棄物分類存放，未發現異常情形。

5. 系統洩水管制作業

- (1) 參照前次 MSC 作業，查證台電公司提出之作業時程表，檢視洩水小組實際執行的洩水時間，經抽查餘熱移除系統(RHR)及爐水淨化系統(RWCU)此 2 項洩水作業。主辦組需依規定由提出申請，經洩水小組審核後，再進行洩水作業。抽查洩水單時，發現廠方欲執行 RWCU 再循環泵維修作業，於 109 年 8 月 20 日提出申請，惟實際洩水完成日期卻在 109 年 7 月 17 日。廠方表示此洩水單為事後提出申請，本會視察員已告知廢處組洩水管制人員，應依規定核可洩水作業後，方可執行洩水。嗣後再查證其餘洩水申請單，已無發現此種情形。
- (2) 現場檢查反應器廠房 39.83 呎的餘熱移除系統(RHR) B 串 MOV 洩水作業，以及停機冷卻進口集管 MOV 維修與迫緊更換，洩水執行前確實執行掛卡作業，經洩水小組同意接管後，現場即安排接管。經查洩水過程與接管皆符合廠內程序書規定，未發現異常。
- (3) 綜整本次洩水管制作業，廠內各維護單位均有依規定提出洩水申請，現場洩水管接管確實。另依洩水小組提供數據，本次 2 號機 MSC-01 廢液總飼入量為 4,375,557 GAL，平均日飼入量為 19,534 GAL，總有機碳(TOC)含量為 56.5 ppb，相較前次 MSC 作業期間廢液平均日飼入量為 37,786 GAL，總有機碳(TOC)含量為 61.8 ppb。其中平均日飼入量，僅有一半，且 TOC 值明顯降低，顯示本次廢液洩水管制成效良好。

(四)結論

本次 2 號機 MSC 作業期間，為要求台電公司強化核能安全自主三級品保作業，首先查核廢棄物營運品保稽核之執行情形，並針對機組 MSC 期間廠務管理檢查、有機化學品攜入攜出管制、放射性廢棄物之抑減、分類與管控、洩水洩油管制等作業，進行文件查核與現場檢查

作業。本次檢查結果無重大異常，未發現違反相關安全規定之情事。

五、輻射防護管制

(一) 概述

核一廠2號機第1次定期維護週期自109年9月1日至110年3月12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。定期維護週期期間，工作人員集體劑量為217人毫西弗，低於預估值330人毫西弗。

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) 視察人日

本次MSC視察合計5人日。

(三) 視察結果

本次MSC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。
 - (1) 110年1月11日盤點2號機管制站保管之高輻射區鑰匙，共借出8件，其借出情形均已登載於高輻射區鑰匙紀錄簿，另陪檢人員表示，鑰匙原則上均要求當日歸還，查閱鑰匙紀錄簿，無異常發現。
 - (2) 有關2號機高輻射區門禁管理，抽查反應器廠房爐水淨化分相槽、新燃料池過濾系統、燃料冷卻泵室(R-18、R-26、R-27、R-28、R-37等)，出入門皆已上鎖，且門禁另由電腦鎖定，需事先申請方可出入，無異常發現。

- (3) 有關2號機區域輻射與污染之度量及標示、圍籬設置情形，抽查反應器廠房3樓、4樓高輻射區，其入口處均裝設明顯標示，污染區均以管制圍籬區隔，符合程序書903相關規定
2. 人員防護：本項視察重點包括電廠與承攬商之輻防裝備是否妥善使用。
- (1) 抽查承攬商工作人員劑量計佩戴情形。本次共抽查6位員工（林○哲、李○憲、闕○祥、李○賓、黃○帷、葉○雄、沈○順），分別隸屬三家公司，其劑量計均佩戴正確。
3. 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) 查核一廠對放射性物質進出廠區管制作業，需依程序書編號909放射性物質之管制程序、及程序書編號910放射性物質之運輸管制程序執行。放射性物質進出廠時需分別填寫程序書編號909表1及表2，放射性物質進出廠申請表及表9放射性物質運送管制卡，說明申請日期、物質型式、主要核種、強度、事由及申請人等。程序書編號910表1放射性物質運送紀錄表，說明體積、重量、表面污染及輻射強度等，表2車輛偵測紀錄表，貨櫃表面污染強度及輻射強度，表3放射性物質交運文件、放射性物質安全資料表等。
- (2) 抽查109年5月7日、109年8月3日，放射性物質進出廠相關申請及偵測紀錄。申請事由分別為箱型偵檢器密度校正假體及工業用照相射源進出，其申請及偵測相關紀錄及保存完整，無異常發現。
- (3) 查核一廠有關廢棄物規定程序書編號917，廠區環境污染管制程序。該程序書對廢棄物定義可分為幾類：
- i. 垃圾：輻射管制區以外地區所產生的垃圾。

- ii. 一般物品器材、機具：一般清潔物品、器具、設備，在管制區清潔廠房使用、未受污染，不用除污，經偵測無附著性、固著性污染，合乎廠房外釋標準，視為一般清潔物品、器材、機具、設備。
- iii. 管制區清潔廢棄物：指全新的材料進入管制區施工後剩餘的下腳料，以及固定設備汰換後之廢棄物。如屬於放射性污染系統物件、已知為污染物件、有潛在高輻射點(Hot Spot)物件及已陳報物管局並列帳管置之放射性廢棄物，則應以放射性廢棄物處理。
- iv. 一定活度或比活度以下固體廢棄物：電廠在維修、整建、拆除及除役、清理過程中，管制區及監測區內相關設施系統，因應維護需要汰換之設備、管路、工具及物料等而產生已被污染之廢棄物，經除污或衰減，所含放射性活度符合「一定活度或比活度以下放射性廢棄物管理辦法」所述規定，該廢棄物不含一次系統之設備管路。

(4) 917 程序書現行第 7 節為管制區內廢棄物離廠偵測放行作業，第 8 節則為為一定活度或比活度以下放射性廢棄物偵測外釋作業。109 年 9 月放行計畫從輻防計畫附件移除後，本次視察就管制區內廢棄物，核一廠如何處理乙事詢問輻防管制站人員，電廠人員說明自該時間起，管制區內廢棄物即未再從輻防管制站離開過，而是留在管制區內至今。

4. 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 109 年 1~12 月 5 台加馬能譜分析系統品質管制作業執行情形，有關品質管制作業週期，依據程序書 915.2「保健物理計測室加馬能譜分析作業手冊」規定，每日需執行 Eu-152 核種能量偏移判定，每月測試系統穩定度，每 6 個月

執行 能量校正，每 12 個月執行效率校正，經查該廠保物組均按期執行上述品質管制作業。

- (2) 查核廠區空氣活度監測站 (緊急進水口、開關場、小坑大門、主警衛室及氣渦輪機)及高壓游離腔監測站(緊急進水口、開關場、小坑大門、主警衛室及氣渦輪機)，其儀器校正日期皆在有效期限內。
 - (3) 查核 109 年 7~9 月廠區 38 點直接輻射偵測紀錄表，其皆依程序書 907 規定每週執行，偵測結果皆小於 0.2 微西弗/小時，無異常情形。
 - (4) 查核 109 年 7~9 月廠區 3 站砂樣活度分析紀錄表，其皆依程序書 907 規定每月執行，核種分析結果皆小於儀器最低可測值，無異常情形。
 - (5) 針對台電公司第 3 季輻射安全報告中空氣樣、水樣、土壤樣、草樣地下水樣與電廠報表數值是否相符進行查核，其數值結果皆一致，無異常情形。
5. 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) 檢查該電廠環化組執行編號 602.4.40「雜項廢液處理系統廢液排放輻射偵測器校正程序(含功能測試)」程序書之情形，此校正係對雜項廢液處理系統廢液排放流程輻射監測器於每隔 420 天執行(以往配合大修時程為 18 個月，在本會於去年對校正間隔不應有寬限期的要求下，為避免核電廠以往維護保養容許寬限期之作法導致儀器超過校正間隔，故修訂。)以確認偵檢器可用性與維持監測功能。檢查情形說明如下：
 - i. 本次作業係查證地點位於 2 號機汽機寒水機房 2F 的雜項廢液處理系統廢液處理系統控制室與 3F 的廢液排放輻射

偵測器(RM-101)安置處校正，執行時，人員分至控制室與偵測器所在現場。

- ii. 視察本次作業前召開之工具箱會議，相關工作人員皆到場，由環化組林工程師說明作業流程與注意事項，並確認由領有訓練取代輻安證書資格之李君與賴君負責標準校正射源編號 CD-107 之 Cs-137 的相關操作，符合規定。
 - iii. 執行校正作業時，依程序書第 6 節先將射源貼於偵檢頭，再進行電壓調整，於 700V~1100V 之間每 50V 讀取每分鐘計數值，取得偵檢器特性曲線後訂定操作之工作電壓，並記錄計測數值後，取下校正射源。接著沖放取樣管路與容器，量得儀器背景值，輸入該值作為背景值扣除用。
 - iv. 另進行輻射警報功能測試，可正常發出高音量警報聲與顯示警報燈號。
 - v. 本次作業均依程序書規定執行，無異常發現。
- (2) 抽查 2 號機反應器、汽機、廢料廠房與輻防主管制站之輻射監測儀器使用情形，皆運作正常且在校正之有效期限內。
- i. 空浮監測器 Ludlum 333-2(序號 30188、233119、223814、97650、98988、196717、185595、196723、194385)之校正日期皆為 109.7.13，流量計皆在正常範圍內(20~60 LPM)。
 - ii. 空浮監測器 AMS-3/AMS-3A(序號 1905、1812、2507、2508)之校正日期皆為 109.10.14。
 - iii. 可攜式污染偵檢器 Ludlum 177+45 GM 餅型(序號 154284/PR218215、164269/PR255138)之校正日期分別為 109.3.5 與 109.4.22。
 - iv. 手足污染偵檢器 H-13100(序號 304)之校正日期為

109.11.17。

v. 小型物品偵測器 AW-2 (序號 6102)之校正日期為 109.7.7。

vi. 平台式污染偵測器 H-1360(序號 17)之校正日期為 109.11.26。

vii. 門框偵檢器 Ludlum 53(序號 220111)之校正日期為 109.9.21。

viii. 門框偵檢器 γ -60(序號 970174)之校正日期為 109.8.25。

ix. 全身污染偵檢器 H-1386 (序號 104、105、107、108、109、110)之校正日期皆為 109.6.30。

6. 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) 抽查核一廠放射性液體取樣流程，進行廢液取樣時，依程序書 D912「放射性物質外釋管制程序」規定執行管控與審核作業。各批廢液之核種濃度皆符合程序書 D912 表 912-1 規定，無異常發現。

(2) 抽查核一廠放射性物質排放報告原始數據，對於 109 年第 2 季，放射性廢水造成關鍵群體之有效劑量分別為 $8.84\text{E}-07$ mSv 與 $9.00\text{E}-07$ mSv，均遠低於「核能電廠環境輻射劑量設計規範」之設計限值(0.15 mSv/季.機組)，亦遠低於法規限值，無異常發現。

(3) 抽查雜項廢液之取樣分析，依據程序書 D803.13「液體廢料外釋及回收水分析」，每批次回收水須分析導電度、濁度、主要加馬核種及總有機碳，並將結果填入表 D912-9「廢液處理系統外釋排放許可單」，對於 1 公升馬林計測瓶水樣準備方法亦依據程序書操作，再放入環化組放射化學實驗室以「加馬核種多頻道分析儀(MCA)」進行計測，無異常發現。

(4) 對於核一廠雜項廢液槽(MDT-B)進行取樣，並交由核研究進行平行驗證，核一廠分析之加馬核種 Mn-54、Co-60、Cs-137 均低於最低可測值；核研所分析之加馬核種 Cr-51、Mn-54、Cs-134、Cs-137 亦低於最低可測值。惟 Co-60 部分，核一廠測得係低於最低可測值(<5.33 貝克/升)，而核研所測得係 2.39 ± 0.234 貝克/升，此係由於兩者計測時間長短不同所致(核一廠計測 600 秒；核研所計測 3000 秒)，但皆低於「環境輻射監測規範」之水樣調查基準 40 貝克/升，無異常發現。

7. 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 2 號機 MSC 之合理抑低管制項目為「非破壞檢測工程」，查核其職前 ALARA 審驗表，該表由工作計劃者填列參與人數、預估工時及工作區域之輻射劑量率，經 ALARA 會議討論，再由保健物理人員考量時間、距離、屏蔽及射源移除等原則，適度調整工作方式，以降低工作劑量預估值盡可能達成合理抑低目標。經查本次合理抑低管制項目之職前 ALARA 審驗表均完整填寫。

(2) 查核電廠 ALARA 管制工作的人員劑量統計資料，該廠原預估集體劑量 330 人-毫西弗；實際集體劑量為 217 人-毫西弗。無異常情形。

(四) 結論

本次定期維護週期檢查結果，未發現輻射安全之缺失。

核一廠 2 號機第 1 次定期維護週期，人員集體劑量為 217 人毫西弗，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。

六、廠外環境偵測

(一)概述

核一廠 2 號機 MSC 作業，本會輻射偵測中心提供 109 年 9 月 1 日起至 110 年 3 月 12 日期間，執行核能一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)視察人日

本次 MSC 作業期間，環境輻射偵測之執行人力，合計 12 人日。

(三)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。

(四)結論

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，核一廠 2 號機 MSC 作業對廠外環境無輻射安全影響。

七、結論

核一廠 2 號機第 1 次 MSC 作業已於 110 年 3 月 12 日結束，整體而言 MSC 期間作業期程原至 110 年 1 月 15 日止，因新增緊要海水泵 B 台出口滲流之臨時檢修作業時程，致 MSC 工期延長，期間各項機組設備維護工作，電廠人員皆依規定進行作業安全、廢料管控與輻射安全防護等作業，同時落實 COVID-19 疫情之相關管制措施。另由核一廠周圍環境試樣結果可知，本次核一廠 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 之視察發現與建議事項，本會已當場要求及函請台電公司研議改善，期此次 MSC 相關經驗能回饋至爾後之機組 MSC 中，使未來核一廠 MSC 品質更臻完善。

註：若對本報告有任何疑問，請洽本會曹松楠科長，電話：
(02)22322160。

表一
核能一廠廠外環境海水、岸沙試樣放射性分析結果

單位：海水：貝克/升、岸沙：貝克/公斤

試樣名稱	取樣地點	取樣日期	活 度					
			鈹-7*	鉀-40*	鈷-60	銻-137	鈾系列*	鈾系列*
海 水	出水口	109.08.31	—	12	—	—	—	—
		109.09.30	—	11	—	—	—	—
		109.10.30	—	12	—	—	—	—
		109.11.30	—	11	—	—	—	—
		109.12.31	—	12	—	—	—	—
		110.01.29	—	12	—	—	—	—
		110.02.26	—	12	—	—	—	—
		110.03.31	—	11	—	—	—	—
岸 沙	白沙灣	109.07.15	—	139	—	—	—	—
		109.10.14	—	119	—	—	6	—
		110.01.14	—	20	—	—	3	6
		110.04.12	11	158	—	—	—	—
	石門	109.07.15	—	98	—	—	7	—
		109.10.14	—	67	—	—	—	—
		110.01.14	—	134	—	—	5	10
		110.04.12	—	129	—	—	—	—
	出水口右側	109.07.15	—	192	—	—	10	—
		109.10.14	—	194	—	—	11	13
		110.01.14	20	222	—	—	14	15
		110.04.12	—	92	—	—	—	7

備註：“—”表示小於最低可測活度（MDA），“*”表示天然放射性核種。

核能一廠 2 號機第 1 次 MSC 視察計畫

一、視察人員

領 隊：曹科長松楠

第一組：宋清泉、顏志勳、張國榮、黃郁仁、曹裕后、江建鋒、林子桀

第二組：朱亦丹、林琦峰、鄧之平、黃議輝、林駿丞

第三組：蘇聖中、馬志銘、洪進達、蘇凡皓、林清源

二、視察時程

109 年 9 月 1 日至 110 年 1 月 15 日

三、 注意事項

1. 因應 COVID-19 (武漢肺炎) 疫情，請加強管制及應變措施，並適時檢討強化。
2. 包商訓練及資格檢定應留存紀錄備查。
3. 維修項目之負責工程師及包商名單應留存備查。
4. 請加強異物入侵經驗回饋及防範措施。。
5. 品質組及核安處駐廠小組應嚴格稽查包商施工狀況及維護作業品質。
6. 潛在危害作業（吊運、吊掛、動火等）及高壓電力維護作業等應注意加強工安防護措施。
7. 本次視察承辦人：顏志勳(TEL：22322168、FAX：82317807)。

四、視察項目

第一組

項次	視 察 項 目	負 責 人	停 留 查 證
1	PDSI/PDST 檢測作業	曹裕后	是(註)
2	用過燃料池系統維護及測試	黃郁仁	否
3	RHR/CS 系統維護及測試	宋清泉	否
4	CSCW 系統維護及測試	林子桀	否
5	直流相關系統電氣維護查證	顏志勳	否
6	緊急柴油機/5th 柴油機維護及測試查證	江建鋒/林子桀	否
7	二次圍阻體通風系統維護及測試	張國榮	否

註：PDSI/PDST 項目需洽負責人確認查核點。

第二組

項次	視 察 項 目	負 責 人	停 留 查 證
1	曝露管制	林琦峰	否
2	人員防護	林駿丞	否
3	放射性物質管制	黃議輝	否
4	廠區環境管制作業	鄧之平	否
5	輻射偵監儀器	朱亦丹	是(註)
6	排放管制	林駿丞	否
7	合理抑低計畫	林琦峰	否

註：定期維護與測試工作期間校正之氣、液體排放流程偵測器（PRM），其校正時列為查核點。

第三組

項次	視 察 項 目	負 責 人	停 留 查 證
1	廢棄物處理廠房廠務管理	蘇聖中	否
2	廢棄物營運之品保稽核	蘇凡皓	否
3	有機化學品攜入攜出管制	洪進達	否
4	乾性廢棄物廠內運送作業管制	馬志銘	否
5	乾性廢棄物接收、分類及抑減管制	林清源	否
6	系統洩水管制作業	馬志銘	否

註：

連絡人：馬志銘 電話:02-22322324