

核一廠除役期間 2 號機第 2 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 112 年 6 月

摘要

核一廠 2 號機第 2 次維護測試週期 (Maintenance Surveillance Cycle, MSC)作業，自 111 年 5 月 31 日至 9 月 23 日計 116 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，台電公司依本會管制要求，針對需維持可用系統設備，仍比照運轉期間做法，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，另於 MSC 期間，依所訂之視察計畫查證維護以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。

本報告彙整本次 MSC 期間，本會各局處分別針對核能安全(含 COVID-19 防疫措施落實執行)、輻防安全、廢棄物營運管理及環境輻射偵測等各項現場作業執行情形之查證結果，除核能管制處駐廠視察員於駐廠期間參與相關作業查證，另本會輻射防護處、放射性物料管理局及輻射偵測中心等，亦執行相關視察。

本報告之結論：1.核能安全部分，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.輻防安全部分，人員集體劑量為 151.2 人毫西弗，依合理抑低計畫執行，未發現重大輻射安全之缺失，其餘建議事項，均已當場請電廠提出澄清或檢討改善。3.廢棄物營運管理部分，本次檢查發現有部分化學品管制待加強部分，已即時改正，未發現違反相關安全規定之情事。4.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

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)	4
(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)安全相關寒水系統維護及測試查證	12
(六)緊急柴油機維護及測試查證	13
(七)緊要海水系統維護及測試	15
(八)COVID-19 防疫措施查證	17
(九)維修作業承包商管理與品質檢驗作業	18
四、MSC 廢料營運視察	22
(一)視察目的	22
(二)視察結果	22
(三)結論	24
五、輻射防護管制	24
(一)概述	24
(二)視察結果	25
(三)結論	29
六、廠外環境偵測	29
(一)概述	29
(二)分析結果	30
(三)結論	30

七、結論	30
附表 核一廠周圍環境試樣放射性分析結果	31
附件 MSC 視察計畫	32

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，原能會要求台電公司比照運轉期間，針對需維持可用之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就核一廠除役計畫第 5 章過渡階段前期所列需維持可用之安全及非安全相關系統設備，並依排定預防性維護及測試項目執行相關作業，以維持除役過渡階段前期相關系統設備的可靠度。

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，亦反映出核能電廠對除役安全管理之良窳。為監督電廠執行 MSC 作業之品質，確保需維持可用系統設備之穩定性及可靠性，本會要求電廠於每次 MSC 作業前，提出 MSC 作業計畫陳報本會。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、輻射防護及廢棄物營運等各方面作業進行視察。此次核一廠 2 號機第 2 次 MSC，自 111 年 5 月 31 日至 9 月 23 日，工期共計 116 天。為督促台電公司做好各項維護及安全管理工作，本會核能管制處駐廠視察員於駐廠期間執行相關作業查證，輻射防護處、放射性物料管理局及輻射偵測中心亦派員執行作業查證。視察計畫如附件。

二、MSC 主要工作項目

本次 MSC 作業項目為依除役過渡階段前期系統分類原則，屬除役計畫第 5 章表 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，就其須維持可用之相關系統設備執行預防性維護及測試作業。本次 MSC 重要的工作項目如下：

- (一) RHR A/B 串及系統共管維護及測試。
- (二) CS A/B 串系統維護及測試。
- (三) CSCW A/B 串系統維護及測試。
- (四) ESW A/B 串系統維護及測試。
- (五) WC-1&3 及 WC-2&4 相關寒水設備維護及測試作業。
- (六) SBGT 及 CRHP 系統維護。
- (七) 二次圍阻體完整性測試。
- (八) EDG-A/B 維護及測試。
- (九) 空壓機維護。
- (十) 用過燃料池冷卻系統及新增燃料池冷卻系統維護。

為管制 MSC 之作業品質，本會特訂定視察計畫針對維護測試作業進行查證，確認台電公司依 MSC 計畫及品質符合要求，以維持機組除役期間之安全性。此次視察分為三組，分別由核管處、輻防處及物管局同仁組成。視察項目內容詳如附件。

三、本次 MSC 重要視察項目

為落實除役機組 MSC 作業之安全管制，本會在事前便妥善規劃，針對核一廠 2 號機除役期間需維持可用之安全有關設備、MSC 期間之重要維護工作、以及重要系統功能測試等項目執行現場查證，本次核一廠 2 號機第 2 次 MSC 視察內容與結果分述如后：

(一) 除役期間檢測(PDSI)作業

除役期間檢測反應爐冷卻水系統、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，以儘早發現設備是否存有任何瑕疵徵兆。本項視察範圍包括下列結構、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，包括緊急爐心冷卻系統；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。

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、表面及目視檢查作業；(3)查證現場作業視察執行情形及本次 MSC 有關 ASME Code 所規定 Class 1 或 2 構件及管路焊道檢測紀錄，以確認依核一廠 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 修訂版的要求執行。

1.視察依據：

- (1)核一廠除役過渡階段前期檢測計畫
- (2)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」
- (3)核發處程序書 PDSI-UT-11-13「相異金屬管銲道自動超音波檢測」
- (4)核發處程序書 PDSI-UT-11-22「反應爐壓力槽銲道超音波檢測」
- (5)核發處程序書 PDSI-MT-11-1「磁粒檢測」
- (6)核發處程序書 PDSI-UT-11-19「管嘴內側圓弧區域超音波檢測」
- (7)核一廠程序書 D1205.05「組件及支架目視檢測（VT-1/3）」
- (8)ASME B&PV Code Sec XI

2.視察結果：

(1)PDSI 計畫有關依 ASME Code 項目 B-J B9.11 編號第 33~35 項範圍 20-MS-8AS 之焊道 J02A/J13/J15 執行之 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 執行液滲檢測作業，檢測過程符合程序書作業規定，檢查結果為正常。

(2)PDSI 計畫有關依 ASME Code 項目 B-J B9.11 編號第 62~64 項範圍 20-RHR-21S/7AS/6BS 之焊道 J10/F01/J01 執行之超音波檢測，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，檢查結果為正常。

3.結論與建議：

有關 PDSI 視察結果，包括程序書執行內容和現場檢測情形等，未發現異常。PDSI 檢查項目之查證結果，可符合核一廠除役過渡階段前期檢測計畫及相關程序書之要求。

(二) 除役期間測試(PDST)作業

核一廠承諾引用 ASME Code 之 2001 年版及 2002/2003 年修訂版，以及 ASME/ANSI OM Code 之 2001 年版及 2002/2003 年修訂版之要求，訂定除役期間測試計畫。除役期間測試作業係針對系統管路組件或焊道執行非破壞檢測及測試，作業範圍包括泵、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。

本次 MSC 視察內容包括：(1)泵、閥 PDST 功能測試，包括泵的額定流量測試(含流量、壓力、振動及軸承溫度)，以及閥的操作開關時間與洩漏量測以確認符合 ASME/ANSI OM Code 之 2001 年版及 2002/2003 年修訂版 IST-B 及 IST-C 規定；(2)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，以確認符合 ASME Code Sec XI IWE 要求；(3)減震器(Snubber)目視檢查(VT-3)及功能測試，以確認

符合 IST-D 規定。

1.視察依據：

- (1)核一廠程序書 D606.1.1- B「爐心噴灑泵可用性及流量試驗(B 串)」
- (2)核一廠程序書 D606.1.2- B「爐心噴灑系統 MOV 運轉能力測試(B 串)」
- (3)核一廠程序書 D606.3.2- B「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(B 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)查證電廠依據程序書 D606.3.2-B「緊要海水泵運轉能力定期偵測試驗(B 串)」執行測試，緊要海水泵 B 台進口壓力 0.328 kg/cm^2 、出口壓力 4.2 kg/cm^2 、差壓 3.872 kg/cm^2 及流量 101 LPS。經查差壓接受標準，因受 MSC 執行 ESWP-1BS 更換葉輪總成影響，須變更參考值，新參考值為 $3.48\sim 4.25 \text{ kg/cm}^2$ ；流量部分符合 $>100 \text{ LPS}$ 之標準，故執行測試結果均符合接受標準。
- (2)查證電廠依據程序書 D606.1.1-B「爐心噴灑泵可用性及流量試驗(B 串)」執行 Comprehensive 測試，爐心噴灑冷卻泵進口壓力 0.31 kg/cm^2 、出口壓力 22.3 kg/cm^2 及流量 235 LPS，測試結果符合技術規範 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-B「爐心噴灑系統 MOV 運轉能力測試(B 串)」執行 MOV 編號 E21-F001B、F004B、F005B、F015B 及 F031B 閥開關全程時間測試，結果均符合 IST-C 接受標準。

(3)查證電廠依據程序書 D611.5-B「安全有關寒水系統(B 串)」執行寒水泵 G 台 Comprehensive 振動幅度量測，泵進口壓力 0.374 kg/cm²、出口壓力 7.62 kg/cm²、差壓 3.88kg/cm² 及流量 101 LPS，測試結果均符合接受標準。量測點 1(V:0.0 ≤ 0.125、H:0.03 ≤ 0.125、A:0.02 ≤ 0.1)、量測點 2(V:0.05 ≤ 0.2、H:0.03 ≤ 0.15、A:0.03 ≤ 0.1)，測試結果均符合程序書要求之接受範圍內。

(4)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測文件，有關液壓式減震器功能測試執行情形，型號 HSSA10 編號 SSA14 及 SSA16 共 2 只之壓縮/拉伸滲液率測試，結果符合程序書 0.1~10 in/min 之規定。

(5)查證電廠執执行程序書 D612.19.2 機械式減震器性能測試，1 只 PSA-1/2 及 1 只 PSA-1/4 機械式減震器之 PSI 測試，鎖住時間 ≥ 0.24 sec 及克服摩擦阻力 PSA-1/2 ≤ 16in-lb、PSA-1/4 ≤ 9in-lb，測試結果均符合程序書規定。

(6)查證電廠執执行程序書 D1205.09 有關乾井 EL25.06' ~25.58'，其背面為沙墊區的一次圍阻體表面(180°~360°)之超音波(UT)測厚，檢查結果符合接受標準。

(7)查證程序書 D1205.10「一次圍阻體內外表面目視檢測程序書」Accessible Surface Areas(不含水線下及保溫部份)，方位 180°~360°之一般目視(VT-G)檢查，結果符合接受標準。

3.結論與建議：

本次查證範圍包括程序書執行內容和現場測試檢查情形等所查證

PDST 測試項目，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，未發現異常。

(三) 用過燃料池系統維護及測試

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)，以及其附屬閥、泵與儀控設備。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，以及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」，針對核一廠用過燃料池進行查證，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 D734.5「機械組核機泵浦維護檢修程序書」
- (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 D780.12「閘閥維護程序書」

(7)核一廠程序書 D781.7「燃料池冷卻水泵維護工作程序書」

(8)核一廠程序書 D781.10「新增燃料池循環水泵及冷卻水泵維護」

2.視察結果：

(1)查證電廠依程序書 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)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、電纜室 LI-116-8A/8B 水位指示器、4 樓 LI-116-8A1/8B1 導波水位指示器校正作業，以及依核管案 HQ-0-11002、除役技術手冊 PDTRM3.3.9.7.2 及 3.3.9.7.3 要求每 6 個月執行控道功能測試，維護校正結果符合接受標準。

(3)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數泵 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，本次執行 116-P-96-1AS、116-P-48-1AS/BS 台拆解檢查與 143-P-164AS/BS 台簡略檢查等相關執行紀錄，維護檢查結果均符合接受標準。

(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，維護校正結果均符合

接受標準。

(5)依據程序書 D780.12「閘閥檢修程序書」，查證電廠執行反應器廠房 3~4 樓用過燃料池系統閘閥維護作業，本次執行用過燃料池系統 V-116-288S/289AS/289BS/299S/301S/304S，以及新增用過燃料池系統 V-143-132AS/132BS/136AS/136BS/138AS/138BS/ 150AS/150BS/151S/163AS/163BS/172AS/172BS/174S/291AS/ 291BS/292S/294AS/294BS 等，維護檢查結果均符合接受標準。另現場發現新增用過燃料池冷卻系統如冷卻水塔及沙濾槽洩水閥 V-143-240A/B、沙濾塔出口與逆洗出口閥 SB-143-012B/D、砂氣器出口根閥 PI-143-1B 及差壓計隔離閥 V-143-156B 等共 6 組閥牌已無法辨識，需重新製作，電廠已更換處理。

(6)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-CS 台拆解檢查與 AS/BS 台簡略檢查等相關執行紀錄，包含泵拆解、內部零件檢查、清理、回裝與對心，並由 VT-1 資格人員對泵內部零件進行目視檢查，維護檢查結果均符合接受標準。

(7)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 ASFPCS-AS/BS 循環泵及冷卻泵共 4 台拆解檢查等相關執行紀錄，包含泵拆解、內部零件檢查、清理、回裝與對心，維護檢查結果均符合接受標準。

(8)抽查台電公司核安處駐核一廠安全小組 MSC-2 稽查報告執行情形，本次 MSC-2 第 1 組維護作業/測試作業部分，安全小組針對電廠執行用過燃料池冷卻系統維護之程序書 D781.7 與 D781.10 等進行抽查，稽查結果符合程序書接受標準。

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，均可符合相關程序書之要求。另現場發現新增用過燃料池系統設備標示及閥牌已無法辨識部分，電廠已重新製作更換。

(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)及爐心噴灑系統(CS)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。RHR 系統另一功能為將反應爐內用過燃料之衰變熱帶走。核一廠進入除役期間，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)及技術規範(PDTS)要求 RHR 及 CS 系統需維持可用。此次核一廠 2 號機定期維護主要針對餘熱移除系統 RHR 泵 A 台進行拆檢，CS 泵 A 台則依計畫執行外檢。此外前述系統管閥亦依據排定時程進行維護與測試。

本次視察 RHR 系統與 CS 系統，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，以確認核一廠 RHR 系統與 CS 系統及其系統管閥之維護作業及檢查結果，符合程序書要求。

1.視察依據

- (1)核一廠程序書 D706.1「餘熱移除泵迴轉組件移除與更換」
- (2)核一廠程序書 D705.3「爐心噴灑及餘熱移除系統充水泵維護程序書」
- (3)核一廠程序書 D780.12「閘閥檢修程序書」
- (4)核一廠程序書 D780.13「球型閥檢修程序書」
- (5)核一廠程序書 D780.7「止回閥檢修程序書」

(6)核一廠程序書 D780.3.2 「機械組反應器課閥類更換格蘭迫緊程序書」

(7)核一廠程序書 D606.1.1-B「爐心噴灑泵運轉能力及流量測試(B 串)」

(8)核一廠程序書 D606.2.1-A「餘熱排除泵運轉能力及流量測試(A 串)」

2.視察結果

(1)查證依程序書 D780.3.2 「機械組反應器課閥類更換格蘭迫緊程序書」閥類更換格蘭迫緊作業之內容與執行紀錄，及利用現場查證核對維護人員實際工作項目，確認電廠實際執行管閥維護內容與程序書一致，另於現場查證電廠現場管閥維護作業，確認電廠確實依據程序書要求，將須維護拆檢之管閥進行拆檢。

(2)查證電廠維護 RHR A 串馬達驅動閥相關紀錄，查證結果確認電廠依程序書 D780.13「球型閥檢修程序書」內容執行，由紀錄顯示拆檢管閥項目與內容與程序書一致，相關接受標準均符合程序書要求。另，查證電廠執执行程序書 D780.7「止回閥檢修程序書」，查證結果確認電廠現場使用之螺栓鎖磅工具均依規定執行校正，電廠品質部門亦依據品保規定執行品質查證，未發現缺失。

(3)查證程序書 D706.1「餘熱移除泵迴轉組件移除與更換」作業，此次 2 號機定期維護，電廠依據排程針對 RHR A 台泵進行拆檢，經實際核對相關檢查與量測數據，確認拆檢之結果均符合程序書規定，工作人員現場使用量測之工具亦依規定執行校正，另查證檢測隊執行液滲檢查（PT）檢測動葉輪及焊道內面熱影響區檢查紀錄，RHR A 台泵機械部分鉸道檢查結果並未有異常。

(4)此次定期維護依據程序書 D780.12「閘閥檢修程序書」，針對 RHR A 串 5 個閘閥進行拆檢，查證維護紀錄確認此次拆檢之 5 個閘閥其內部機械組件均無損傷，另實際核對相關檢查結果與品質查證

紀錄完整，查證結果未發現缺失。

(5)查證程序書 D705.3「爐心噴灑及餘熱移除系統充水泵維護程序書」，電廠此次定期維護針對充水泵 B 台進行拆檢，經查證電廠維護紀錄，確認電廠維護所用之工具校正紀錄均在期限內，充水泵 B 台拆檢後之檢查結果亦合乎程序書規定，另查證泵葉片之非破壞液滲檢查結果，未發現缺失。

(6)抽查 RHR 系統 A 串與 CS-B 串系統定期維護後功能測試紀錄，查證結果確認 RHR A/C 台泵及 CS B 泵出口壓力及流量均符合程序書 606.2.1A 及 606.1.1B 之要求，泵振動值與相關管閥全程開關測試時間亦符合程序書要求，查證結果未發現缺失。

3.結論與建議：

此次針對 RHR 系統與 CS 系統管閥與泵維護及測試查證，視察項目包括設備拆檢作業、拆檢使用工具是否校正及抽查品保文件紀錄等，查證結果均符合技術規範及相關程序書之要求。

(五)安全相關寒水系統維護及測試查證

核一廠寒水系統之設置目的主要係藉由廠用寒水泵及廠用寒水機之運作提供安全相關及非安全相關區域之空調系統熱沉，其中廠用寒水機係使用冷媒作為冷凍劑，並以聯合廠房冷卻水系統(CSCW)提供冷媒所需之冷卻水，而廠用寒水泵則配合相關寒水管路、隔離閥及流量開關等設置，適當分配寒水至各空調箱冷卻後，再回到廠用寒水機進行冷卻。

當發生喪失外電或喪失反應爐冷卻水事故時，正常之寒水系統即停止運轉，而安全相關之寒水系統則仍會持續運轉。並供給寒水至重要設備區域之空調冷卻，以維持重要設備可正常運作。

本次視察參照核一廠程序書 D722.1「廠用寒水機（YORK 牌

MTD-85) 檢修工作程序書」與 D722.5「#3、4 號寒水機功能試驗」，執行 2 號機安全相關廠用寒水機 WC-4 維護及功能試驗作業查證。

1. 視察依據

(1)核一廠程序書 D722.1「廠用寒水機(YORK 牌 MTD-85) 檢修工作程序書(機械部分)」。

(2)核一廠程序書 D722.5「#3、4 號寒水機功能試驗」。

2.視察結果

(1) 查證核一廠 2 號機緊要寒水系統 WC-4 維護作業，電廠依程序書 D722.1「廠用寒水機(YORK 牌 MTD-85) 檢修工作程序書(機械部分)」，執行機油濾心、乾燥過濾器、冷凍油及冷媒濾網更換，以及排氣器拆解，並針對必要之零組件進行更換。查證維護人員確依程序書執行，查證結果無異常發現。

(2) 查電廠依程序書 D722.5「#3、4 號寒水機功能試驗」執行 2 號機緊要寒水系統 WC-4 維護作業之紀錄，所使用之儀器均在校正期限之內；維護作業內容包含 2TR 動作時間測試、3R RELAY 各接點電阻值檢查、潤滑油加熱器電流量測，結果均符合程序書接受標準。

(3) 查電廠依程序書 D722.5「#3、4 號寒水機功能試驗」執行 2 號機緊要寒水系統 WC-4 維護作業之紀錄，針對各指示燈功能、迴轉翼溫度與電流限制功能，以及馬達振動量測及運轉電流等之測試結果，均符合程序書要求。

3. 結論與建議

本項視察結果，相關維護及測試結果均符合程序書要求，未發現缺失。

(六)緊急柴油機維護及測試查證

核一廠每部機共有兩部緊急柴油發電機(EDG)，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 台柴油發電機，可視需要取代上述緊急柴油發電機，供電至兩部機緊要匯流排。

依核一廠除役過渡階段前期技術規範規定，緊急柴油發電機除每月例行之運轉測試外，應於 MSC 期間，依程序書內容，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。本次視察就 EDG(含第 5 台柴油發電機)之維護與測試作業及紀錄進行查證。

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 D609.6-A「EDG 熱機快速起動功能測試(A 串)」
- (3)核一廠程序書 D729.8「5TH EDG 維護檢修程序書(儀器部份)」。
- (4)核一廠程序書 STP-110-01「緊急柴油發電機燃油油耗量實測程序」。

2.視察結果

- (1)查證程序書 STP-110-01「緊急柴油發電機燃油油耗量實測程序」，因目前機組已進入除役階段，電廠認為無需以較大存量進行存油，規劃應依實際燃耗量修訂 PDTS 3.8.3 之規定，以進行合理的存量儲存。查證測試 EDG B 台連續 2 小時 EDG 出力 1800 kW 與連續 2 小時 EDG 出力 2700 kW，計算各別每小時所燃耗的油量測試，各項資料紀錄正常。
- (2)查證柴油發電機 A 台維護後測試紀錄，依程序書 609.1-A「手動起動及加載柴油發電機 A 台」執行 24 小時連續運轉測試後，立即執行測試程序書 D609.6-A「EDG 熱機快速起動功能測試(A 串)」，

經查證自動起動時間、頻率及電壓等內容，符合程序書要求。

(3)查證程序書 D729.8「5TH EDG 維護檢修程序書（儀器部份）」維護查證表儀器校正紀錄，抽查起動空氣系統、燃油系統、引擎水箱及熱交換器系統、潤滑油系統等檢查結果，符合程序書要求。

3.結論與建議

本項視察結果，相關維護測試結果均符合程序書要求，未發現缺失。

(七)緊要海水系統維護及測試查證

核一廠緊要海水系統 (ESW)提供安全相關系統之熱交換器，諸如聯合廠房冷卻水系統 (CSCW) 熱交換器及餘熱移除系統 (RHR) 熱交換器之冷卻水，為一重要之安全系統。本次視察針對電廠依 MSC 計劃執行緊要海水系統相關泵、閥、迴轉攔污柵、地下管線內襯等之維護、檢查、測試作業及紀錄進行查證。

1.視察依據

(1)核一廠程序書 D606.3.2-A/B「緊要海水泵運轉能力定期偵測試驗(A/B 串)」

(2)核一廠程序書 D606.3.9-A/B「緊要海水系統運轉流程閥位置狀態查證(A/B 串)」

(3)核一廠程序書 D726.9「緊急泵室迴轉攔污柵維護、檢修程序書」

(4)核一廠程序書 D781.3「緊急海水泵維護檢修程序書」

2.視察結果

(1)查證核一廠依據程序書 D606.3.2-A「緊要海水泵運轉能力定期偵測試驗(A 串)」，執行維護後整體性測試之執行測試記錄表(二之一)、表(三)，相關測試結果均符合接受標準。

- (2)查證核一廠依據程序書 D606.3.2-B「緊要海水泵運轉能力定期偵測試驗(B 串)」執行維護後整體性測試實際情形。查證結果，電廠均依程序書規定執行測試程序，相關測試結果均符合接受標準，無異常發現。
- (3)查證核一廠依據程序書 D606.3.9-A/B「緊要海水系統運轉流程閥位置狀態查證(A/B 串)」之於 MSC 維護期間之每月定期執行情形，經現場抽查 ESW B 串過濾器 SS-204 A/B(進口閥、出口閥、旁通閥)、各交換器電動供給閥及電動排出閥之閥位置狀態，其結果符合程序書之規定。
- (4)查證核一廠依據程序書 D606.3.9-A「緊要海水系統運轉流程閥位置狀態查證(A 串)」之控制室 ESW-A 串電動閥之位置狀態，經現場抽查 ESW-A 各交換器電動供給閥(MOV-104-361/362A/374A)及電動排出閥(MOV-E11-F068A、MOV-104-376A/377A)，結果皆依程序書 D606.3.9-A 之表二規定於應有之閥位狀態，無異常發現。
- (5)查證核一廠依據程序書 D726.9「緊急泵室迴轉攔污柵維護、檢修程序書」，執行本項維護作業之執行情形。查證結果，電廠均依程序書規定執行相關設備分解作業及水門密封之水下作業，相關品質紀錄亦留存完整，無異常發現。
- (6)查證核一廠依據程序書 D781.3「緊急海水泵維護檢修程序書」，針對本次 MSC 作業新增 ESW 地下管線內表面監測作業項目執行情形，經查電廠已依程序書規定以檢視車執行地下管線內襯表面檢視，初步檢視結果無異常裂縫或剝落情形；另針對緊急海水泵室執行 ESW-A 串海水泵之泵軸偏心量測結果，符合程序書要求，無異常發現。

3.結論與建議

本項視察結果，相關維護測試結果均符合程序書要求，未發現缺失。

(八)COVID-19 防疫措施查證

為避免 COVID-19 疫情影響核能電廠之安全運作，本會已要求台電公司督促其所屬各核能電廠妥為宣導、防範，並及早規劃相關應變措施，包括成立防範疫情擴散應變小組、建立疫情通報制度、落實控制室之衛生安全防範、研擬值班人員遭隔離時之因應對策及防範關鍵維護人力與機組交接班交互感染之風險，並依疫情變化適時滾動檢討。

本會除針對核一廠 2 號機 MSC-2 期間執行各項系統維護及測試視察外，亦就電廠 MSC 期間之各項防疫措施進行查核，確認防疫工作是否落實執行。

1.視察依據：

- (1)台灣電力公司第一核能發電廠因應 2019 新型冠狀病毒防範應變計畫。
- (2)台灣電力公司核能電廠因應嚴重特殊傳染性肺炎防疫管理辦法。

2.視察結果：

- (1)因應 2 號機第 2 次維護週期期間之 COVID-19 防疫，核一廠已事先盤點各維護組所負責重要維護測試作業，規劃作業期間關鍵技術之人力安排與防疫措施，以及就關鍵技術人員感染新冠肺炎或因人力不足無法進行維護作業時之情形，規劃相關應變對策，查核結果未發現異常。
- (2)抽查控制室人員進出管理情形，均確實登記進出人員與體溫執行量測，進出控制室人員亦確實配戴口罩，且保持適當距離，查核結果未發現異常。
- (3)因應本土 COVID-19 疫情擴大，工安組每日調查核一廠各組人員健康情形，掌握廠內人員快篩陽性與 PCR 陽性確診人員名單，降低對電廠運作之影響，查核結果未發現異常。

3.結論與建議：

依本次視察結果，核一廠在控制室 COVID-19 防疫措施執行上，均依規定落實執行，並做好人員進出管理；另針對核一廠 2 號機維護測試作業，亦已妥善規劃作業期間之關鍵人力安排與相關應對方案，以降低 COVID-19 疫情對關鍵作業之影響，本項視察無異常發現。

(九)維修作業承包商管理與品質檢驗作業

本項機組 MSC 期間各項工程施工管理狀況，及電廠與承包商互動機制之落實情形等，主要查證內容包括承包商管理、品質查證作業、人員資格、入廠訓練、施工前重點講習，以及廠商人員資格管制及審查等執行情形。

1.視察依據

- (1)核一廠程序書 D130「第一核能發電廠檢驗員暨工程開、停、復、竣工管理作業程序」
- (2)核一廠程序書 D131「核一廠承包商管理要點」
- (3)核一廠程序書 D134「核能電廠大修外單位支援人員資格審查及訓練程序」。

2.視察結果

- (1)抽查機械組委託外包商承攬工作，包括海水管路閘門、迴轉設備、系統閘門與雜項設備等四項維護工作之承包商管理與品質檢驗查核作業辦理情形，查核情形與結果如下：
 - a. 查證海水管路閘門檢修工作，相關承包商管制程序書執行結果：文件紀錄已敘明整體工作架構與內容並指派負責檢驗與協助檢驗人員以及品質組現場查證人員；工作人員資格審查紀錄表顯示已依合約規定審核人員資格及證照效期；施工前重點講習亦有執行紀錄；工程檢驗重點查核表有四項需依照 D726.12

維護程序書檢查，紀錄均附有程序書執行檢查表單，已依據指定程序書項目執行，惟工程檢驗重點查核表內之檢驗結果、檢驗員與查證人等欄位，查閱時相關欄位尚未完成紀錄，經台電公司檢視實際作業進度後，已完成工程檢驗重點查核表所載作業並紀錄。

- b. 查證閘門檢修維護工作相關承包商管制程序書執行結果：文件紀錄已敘明整體工作架構與內容並指派負責檢驗與協助檢驗人員以及品質組現場查證人員；工作人員資格審查紀錄表顯示已依合約規定審核人員資格及證照效期；施工前重點講習亦有執行紀錄；工程檢驗重點查核表，已確實依據 D780.7、D780.2、D780.13、D780.13、D780.14 等維護程序書檢查，工程檢驗重點查核表有檢驗結果、檢驗員與查證人等欄位，均確實完成各欄位檢驗與簽章，符合作業文件品質要求。
- c. 迴轉設備檢修工作為 1/2 號機 MSC-2 合併執行承攬合約，查核相關承包商管制程序書執行結果：各項開工、訓練、人員資格等各程序文件，未發現缺失。
- d. 系統閘門與雜項設備維修工作為 1/2 號機 MSC-2 合併執行承攬合約，查核相關承包商管制程序書執行結果：各項開工、訓練、人員資格等各程序文件，未發現缺失，而工程檢驗重點查核表列有三項檢驗項目，且品質組亦均選為查證點，惟此三項檢驗重點查核項目因 MSC-2 未有排程，而無執行紀錄，經進一步查核，本項屬一般性維護工作，未列入 MSC-2 排程工作，本項無品質文件缺失，但在承包商作業管理機制待加強，電廠品質組已宣導並於程序書明確要求依一般性維護與週期性維護分別填寫表單。

(2)針對修配組大修期間委託外包商承攬工作抽查緊急泵室進水口攔污設施改善與緊要海水系統設備維護、廠房空調設備/風管/管路等雜項維修、污水泵檢修等工作之承包商管理與品質檢驗作業查核

作業辦理情形，查核情形與結果如下：

a. 查核緊急泵室進水口攔污設施改善與緊要海水系統設備維護工作查核相關承包商管制程序書執行結果：文件紀錄已敘明整體工作架構與內容並指派負責檢驗與協助檢驗人員以及品質組現場查證人員；工作人員資格審查紀錄表依合約規定審核人員資格及證照效期；施工前重點講習亦有執行紀錄，工程檢驗重點查核表有六項需依照 D726.9、D726.10、D780.7、D780.17、D781.3、D780.2 等維護程序書檢查，其中 D780.17 與 D781.3 兩項品質組選為查核點，經查所附程序書執行檢查表單，確實依據工程檢驗重點查核表指定程序書項目執行，未發現缺失。

b. 查核空調設備、風管、管路等雜項維修工作相關承包商管制程序書執行結果：文件紀錄已敘明整體工作架構與內容並指派負責檢驗與協助檢驗人員以及品質組現場查證人員；工作人員資格審查紀錄表依合約規定審核人員資格及證照效期；施工前重點講習亦有執行紀錄，惟工程檢驗重點查核表仍空白，因合約未到期尚未查核，其後台電公司檢視該作業實際進度後，已完成工程檢驗重點查核表所載作業並紀錄。

c. 查核污水泵檢修相關承包商管制程序書執行結果：文件紀錄已敘明整體工作架構與內容並指派負責檢驗與協助檢驗人員以及品質組現場查證人員；工作人員資格審查紀錄表依合約規定審核人員資格及證照效期；施工前重點講習亦有執行紀錄。

(3)針對電氣組委託外包商承攬工作抽查高壓馬達與高壓斷路器維護檢修、開關場電氣設備維修工作、低壓馬達與電氣設備維護檢修工作等工作之承包商管理與品質檢驗作業查核作業辦理情形，查核情形與結果如下：

a. 查核高壓馬達與高壓斷路器維護檢修相關承包商管制程序書執行結果：電氣組提供人員資格審查及施工前重點講習紀錄(教材)

等作業文件，經審閱工作人員資格審查紀錄表，符合合約規定之各類證照人數要求，且證照均在有效期限內；檢視施工前重點講習亦有執行紀錄，未發現作業缺失。

b. 查核開關場電氣設備維修工作相關承包商管制程序書執行結果：工作人員資格審查紀錄表依合約規定符合要求，且到期證照已展延有審查紀錄，作業期間均在有效期限內；施工前重點講習亦有執行紀錄文件，未發現缺失。

c. 查核低壓馬達與電氣設備維護檢修工作係 1/2 號機 MSC-2 合併承攬合約執行，查核相關承包商管制程序書執行結果：各項開工、訓練、人員資格等各程序文件，查核結果未發現缺失；惟，有部分文件管理機制問題，已請台電公司強化文件清單管理及建檔作業等機制，台電公司已修訂程序書並列入講習事項，已符合品質作業管理要求。

(4)針對儀控組委託外包商承攬工作抽查儀控設備保養校正及檢修工作作業，查核相關承包商管制程序書執行結果：文件紀錄已敘明整體工作架構與內容並指派負責檢驗與協助檢驗人員以及品質組現場查證人員；工作人員資格審查紀錄表依合約規定審核人員資格及證照效期；施工前重點講習亦有執行紀錄；工程檢驗重點查核表均依程序書執行，符合作業文件品質要求，未發現缺失。

3.結論與建議：

(1)本項針對機械組、修配組、電氣組及儀控組等之委託承包商執行檢查維護工作，查證各組對承包商管理相關作業品質，在工作開工通知單、工程開工報告表、施工前重點講習等方面，電廠已依程序書規定管理，符合作業要求。

(2)依程序書 D130「核能一廠檢驗員暨工程開、停、復、竣工管理作業程序」附表一之發包工程檢驗重點查核表，發包工程執行之重要作業項目，針對工程檢驗重點查核表、人員資格完整性審查、

以及文件系統性管理等方面所發現之問題，已要求電廠強化對承包商之各項作業品質管理機制，電廠亦已修訂程序書並加強訓練，及作業前宣導。

四、MSC 廢料營運視察

(一)視察目的

為確保台電公司於核一廠2號機MSC-02作業期間，放射性廢棄物相關之作業安全與營運品質與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(111年5月31日至111年9月23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)視察結果

1.廢棄物處理廠房廠務管理、乾性廢棄物接收、分類管制及抑減

(1)針對廢棄物減量，機組大修前核一廠方針對乾性廢棄物之分類與收集加強宣導，並針對塑膠袋大量領取時進行管控，管制區內產生之廢棄物應以黃色塑膠袋承裝，清潔區內產生之廢棄物應以綠色塑膠袋承裝。

(2)111年6月23日至T-11門放射性廢棄物收集區查核，乾性廢棄物之分類核一廠依程序書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；開蓋抽查其中內分箱，依廠方標示確實分類，並於廢料包放標示劑量值。

- (3)承上，同日至 2 號機聯合廠房 17.33 呎鍋爐間工檢區域查核，發現廢金屬未依規定承裝，經要求後已立即改善。

2.有機化學品管制

- (1)為妥善管制有機化學品之攜入與使用，廠方應加強進行宣導，促使現場作業人員能配合落實。查核廠方對化學品攜入攜出管制的宣導情形，結果廠方已將宣導資料張貼於廢料處理組、廠房出入口及廠內網頁上，可增進現場工作人員對化學品管制的了解與依循。
- (2)現場巡視化學品管制情形，查核 2 號機廢液取樣槽泵檢修作業所使用之潤滑油，結果發現該潤滑油脂分裝瓶上並未依程序書之規定貼上分裝標籤進行管制，已要求廠方進行改善。
- (3)為管制化學品之使用，本次設備維護期間廠內廢料處理組每天派員巡視各廠房內化學品申請、使用情形，並作成「化學品分區使用現場巡視抽查紀錄表」留存相關紀錄，自主管理情形良好。

3.廢棄物營運之品保稽核、乾性廢棄物廠內運送作業管制及系統洩水管制作業

- (1)本次 MSC 作業期間，查證駐廠安全小組對於各項放射性廢棄物管制作業稽查、包括化學品管制、廠務管理、廠內廢棄物運送、現場廢料系統檢修情況抽查等，僅化學品管制的部分發現申請使用地點與實際使用地點不符、化學品標籤模糊不清致使無法辨識。以上情況均已改善並結案，其餘品保稽核未發現異常。
- (2)在廠內運送檢查方面，8 月 26 日查證廢棄物試體運送作業，廠方確實填寫放射性物質運送管制卡，車輛偵測報表、放射性物質安全運送管制表。現場輻防管制良好，運送車輛駕駛領有

危險物品運送專業訓練證書，車輛依規定懸掛放射性物質標誌及聯合國編號標誌等。運送期間，品質組派員至現場查核，運送過程順利，未發現異常。

(3)抽查地面洩水收集泵檢修作業，本次抽查 2 號機 P-110-27-1AS 檢修維護作業，確認機械組依據程序書 D734.5 執行拆卸、分解與組裝。現場配電盤及設備周圍管路確實執行掛卡，另於檢修前完成洩水作業，洩水過程順利。檢修人員持有合格之檢定卡，使用之對心量具在有效使用期間，未發現異常。

(4)對照過往洩水管制，本次 MSC 作業期間，電廠維護單位依規定進行洩水申請，洩水管制確實。另依洩水小組提供數據，本次 2 號機 MSC-02 廢液總飼入量為 478,208GAL，平均日飼入量為 4,122 GAL，總有機碳(TOC)含量為 102.8 ppb，相較前次 1 號機 MSC-02 作業時，廢液總飼入量與平均日飼入量皆降低，而總有機碳(TOC)含量變高，此因 2 號機廢液總飼入水量減少，導致對於有機碳的稀釋相對較差。本次總有機碳(TOC)雖較前次 MSC 作業高，惟仍符合程序書規定值，低於 200 ppb。

(三)結論

本次 2 號機 MSC 作業期間，查證台電公司核能安全自主三級品保作業、機組 MSC 期間廠務管理、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，並執行文件查核與現場檢查作業。其中台電公司在三級品保的自主稽查時，仍發現部分化學品管制缺失，後續廠方已確實改善。另廢液管制方面，總有機碳含量為 102.8ppb，較前次一號機 MSC 作業高，惟仍低於 200 ppb，未超過標規定值。整體而言，此次檢查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 2 次定期維護週期自 111 年 5 月 31 日至 111 年 9 月 23 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 151.2 人毫西弗，低於預估值 190 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」、「輻射偵測儀器」、「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

本次視察主要項目、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)抽查 2 號機執行輻射偵測儀器校正之輻射工作人員名單，台電公司王員、林員；長興公司陳員等 3 名，皆可由劑量資訊管理系統查詢。均無超過程序書之「輻射安全防護作業行政管制限值」，即無超過每日 1 毫西弗或每週 5 毫西弗等劑量值，無異常發現。

(2)視察 2 號機主管制站之管制情形。主管制站管理人員已注意與提醒工作人員有關劑量計之正確配戴方式，而污染區圍籬設置、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.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)依核一廠程序書 D905 規定，每年 5 月及 11 月前須完成會議召開。抽查 111 年輻射防護管理委員會議召開紀錄，於 111 年 5 月 19 日，已由核一廠廠長召集廠內輻防人員召開會議，

討論個人及集體劑量合理抑低之建議、輻射工作人員劑量紀錄、人員證照是否符合法規規定、輻射安全措施等項目，並進行檢討與修訂，經查已依程序書規定日期召開，會議紀錄及討論內容無異常發現。

(2)抽查核一廠 110 年至 111 年第 2 季有關工作人員職業曝露管制及民眾輻射防護管制成效。查核結果期間並未發生高輻射區域管制功能失效、工作人員意外曝露或接受劑量超過法規限值。民眾防護部分，每季放射性物質排放造成民眾劑量均符合核能電廠環境輻射劑量設計規範，抽查結果無異常發現。

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)抽查 111 年 4 月 14 日、111 年 5 月 25 日離廠之偵測紀錄。針對監測區未受輻射影響物品，已依程序書 D141「非放射性事業廢棄物處理程序」，填寫許可單，對於物品編號、量測儀器、背景值皆有依程序書紀錄，符合離廠作業程序書等規定，並於 111 年 5 月起有增列車輛門框偵檢器查核機制，無異常發現。

(2)抽查離廠污染計測儀 LB-4110(序號 191)之品質管制，該儀器針對背景值每日測定、效率值每季測定、卡方值每月測定、工作電壓每季測定，依據程序書 D915「計測室設備管理程序」執行，並可於儀器管理資訊系統查詢儀器狀況，未發現異常情形。

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 111 年第一季至第二季，廠區空氣樣監測結果，總貝他最高值 0.59~1.24 毫貝克/立方公尺，與環境背景值相當，小於環境調查基準 90 毫貝克/立方公尺，碘-131 分析結果小於儀器可測低限值。查核結果無異常發現。

(2)抽查 111 年第一季至第二季，廠區水樣及草樣監測結果均小於儀器可測低限值。查核結果無異常發現。

(3)抽查 111 年第一季至第二季，廠區土樣監測結果，測得 Co-60 最高 1.09 貝克/公斤，小於監測區調查基準 4,400 貝克/公斤，以及銫 137 最高 6.64 貝克/公斤，小於監測區調查基準 30,000 貝克/公斤。查核結果無異常發現。

5.輻射偵測儀器：本次視察重點在於輻射監測儀器之現場校正。

(1)檢查電廠環化組執执行程序書 611.1.6「控制室通風系統輻射偵測儀校正（含功能測試）」之情形。視察作業前召開之工具箱會議，相關工作人員皆到場，由環化組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人員負責操作校正射源，符合程序書規定。

(2)查證於停機時期之程序書 611.1.6，PRM 警報功能測試：控制室前盤確認 ALARM 功能測試，當輻射源置於 PRM 時，前盤警報響起，視察結果為正常。當輻射源置於 PRM 時，監測數值更新記錄結果為正常

(3)查核程序書 611.1.6 執行校正間隔，前一次之執行日期為 2020 年 12 月 23 日，本次為 2022 年 5 月 19 日，未超過 18 個月，符合規定。

(4)抽查空浮監測器、可攜式污染偵檢器、小型物品偵測器、門框偵檢器、全身污染偵檢器等，至抽查日期止，皆在校正效期內。

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 111 年 9 月液體排放許可單，排放單記錄核種濃度、排放量、各承辦人員查核紀錄等相關資料。查核結果其各批排放廢

液之核種濃度皆低於法規規定，廢料控制室依循環水泵運轉台數設定流程輻射偵測器(PRM)警報設定值。廢料處理組、環化組、保物組等相關承辦人員依程序書 D912「放射性物質外釋管制程序」執行相關作業與審核，未發現異常情形。

- (2)抽查程序書 D804.18「加馬核種多頻道分析儀」規定多頻道加馬能譜分析儀(MCA) CANBERRA Genis-2000 之相關品管程序，每半年需作一次能量校正，每年需作一次效率校正，每日需作計測系統波峰能量、解析度查驗及背景檢查。查核 4 台 MCA(其編號為 CH-0104-MCA03、MCA CH-0104-MCA04、CH-0105-MCA01、CH-0105-MCA02)品管作業，符合程序書 804.18 有關能量校正、效率校正、品質管制相關程序之要求。
- (3)查核放射化學實驗室相關品管作業，確認其放射性氣、液體核種分析空白樣本最小可測量值(MDA)核種一覽表，符合技術手冊 TRM 3.11 之規定。

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)抽查總劑量較高之輻射工作許可證 (Radiation Work Permit, RWP)，分別為「運轉組例行作業及巡視」(7.54 人毫西弗)；「機械組例行作業及巡視」(7.54 人毫西弗)；「D/W AUT 檢測工作」(8.48 人毫西弗)；「RHR- B ROOM D 台拆檢作業」(8.79 人毫西弗)；「輻測偵測與管制作業」(2.30 人毫西弗)，調閱輻射工作人員劑量紀錄，皆無超過程序書之「輻射安全防護作業行政管理限值」，即無超過每日 1 毫西弗或每週 5 毫西弗等劑量值。
- (2)經查核一廠 2 號機 MSC-2 ALARA 工作項目，集體劑量最高為非破壞檢測(NDT)作業，集體劑量預估值為 40 人毫西弗，低於需要列入 ALARA 管制的 50 人毫西弗標準，視察時要求台電公司應於下次提報之合理抑低計畫中述明，並依前次劑量執行

實績，檢討維護週期工作劑量預估準確性。

(3)依據核一廠廠程序書 D919 規定，工作計劃者及保物組應於執行合理抑低管制作業前，召開輻射劑量合理抑低會議，並對工作人員進行模擬訓練。經查該廠於 111 年 4 月 13 日召開合理抑低會議，會中保健物理人員宣導輻射安全注意事項（例如宣導防護衣穿戴），並進行模擬訓練，相關紀錄經查均完整留存。

(4)查核執行前 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 ALARA 工項之執行前 ALARA 審驗表均完整填寫。

(三)結論

本次定期維護週期檢查結果，未發現重大輻射安全之缺失，其餘建議事項，均已當場請電廠提出澄清或檢討改善。

核一廠 2 號機第 2 次定期維護週期，人員集體劑量為 153.2 人毫西弗(EPD)，熱發光劑計讀結果為 151.2 人毫西弗，(原計畫提報為 191 人毫西弗，故本次 MSC 實際人員集體劑量約為原提報值 79.2%)，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 號機第 2 次 MSC 作業，本會輻射偵測中心提供 111 年 5 月 31 日至 111 年 9 月 23 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)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。

(三)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，核能一廠 2 號機第 2 次 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 2 次 MSC 作業自 111 年 5 月 31 日至 111 年 9 月 23 日，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，請洽本會臧逸群科長，電話：(02)22322160。

附表

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					
			銻-7*	鉀-40*	鈷-60	銫-137	釷系列*	鈾系列*
海 水	出水口	111.04.30	—	14	—	—	—	—
		111.05.31	—	12	—	—	—	—
		111.06.30	—	14	—	—	—	—
		111.07.29	—	14	—	—	—	—
		111.08.30	—	14	—	—	—	—
		111.09.30	—	12	—	—	—	—
岸 沙	白沙灣	111.04.13	—	98	—	—	—	—
		111.07.25	—	9	—	—	—	6
		111.10.12	—	27	—	—	—	—
	石門	111.04.13	25	269	—	—	14	16
		111.07.25	—	108	—	—	—	—
		111.10.12	—	87	—	—	—	9
	出水口右側	111.04.13	—	160	—	—	9	12
		111.07.25	—	227	—	—	13	—
		111.10.12	—	282	—	—	13	—

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 2 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：賴良斌、朱亦丹、黃議輝、林駿丞、黃俊華

第三組：馬志銘、洪進達、林清源

二、視察時程

111 年 5 月 31 日至 111 年 9 月 23 日

三、 注意事項

- 1.因應 COVID-19 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	安全相關寒水系統維護及測試	林子桀	否
5	緊急柴油機維護及測試	顏志勳	否
6	緊要海水系統維護及測試	江建鋒	否
7	COVID-19 防疫措施	林子桀	否
8	維修作業承包商管理及品質檢驗作業	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	黃議輝	否
2	人員防護	林駿丞	否
3	放射性物質管制	林駿丞	否
4	廠區環境管制作業	黃俊華	否
5	輻射偵監儀器	朱亦丹	是(註)
6	排放管制	黃議輝	否
7	合理抑低計畫	賴良斌	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	林清源	否
2	廢棄物營運之品保稽核	馬志銘	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