

# 核一廠除役期間 1 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 6 月

## 摘要

核能一廠 1 號機第 1 次維護測試週期 (Maintenance Surveillance Cycle, MSC) 作業，自 109 年 5 月 15 日至 9 月 4 日計 113 天，主要是核能一廠進入除役，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。此次另執行爐心 92 束新燃料移出工作。

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，同時查核電廠因應 COVID-19 疫情之相關管制及應變措施落實情形。

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，另投入輻射防護處（11 人日）、放射性物料管理局（12 人日）及輻射偵測中心（20 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，工作人員集體劑量為 0.20 人-西弗，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，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，檢查結果未發現異常，無違反相關安全規定。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) .....           | 4  |
| (三)用過燃料池系統維護及測試查證 .....         | 7  |
| (四)餘熱移除系統（RHR）維護及測試查證 .....     | 10 |
| (五)聯合廠房冷卻水系統(CSCW)維護及測試查證 ..... | 11 |
| (六)直流相關系統電氣維護查證 .....           | 12 |
| (七)電動閥功能維護及測試查證 .....           | 13 |
| (八)二次圍阻體通風系統維護及測試 .....         | 14 |
| (九)COVID-19 防疫措施落實執行查證 .....    | 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 |
| 五、輻射防護管制 .....                  | 23 |
| (一)概述 .....                     | 23 |
| (二)視察人日 .....                   | 23 |
| (三)視察結果 .....                   | 23 |
| (四)結論 .....                     | 30 |
| 六、廠外環境偵測 .....                  | 30 |
| (一)概述 .....                     | 30 |
| (二)視察人日 .....                   | 30 |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| (三)分析結果.....              | 30 |
| (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 1 號機第 1 次 MSC 視察報告

## 一、前言

核能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除役過渡階段前期除役計畫中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 時之結構、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、停機安全、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 1 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相關作業查證，另投入輻射防護處（11 人日）、放射性物料管理局（12 人日）及輻射偵測中心（20 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 1 號機第 1 次 MSC，自 109 年 5 月 15 日至 9 月 4 日，工期共計 113 天，作業項目主要包含項目例行檢修及測試作業，其主要項目為依除役過渡階段前期 Mode 5 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。較重要的工作項目如下：

- (一) 一次圍阻體及其內部塗裝檢查：水中檢查 ECCS SUCTION STRAINER (RHRA/B 及 CSA/B) 4 只。
- (二) 冷卻水泵檢修: CS&RHR Leg Pump、RHR Pump、CSCW Pump。
- (三) 爐水淨化再循環泵 A、B 台細部分解檢修。
- (四) 汽機廠房海水管路與閥依需要拆修：海水管路檢查計 45 支海水閥拆檢測試計 4 只。
- (五) 高壓馬達實施內檢：ESWP-1A/1B、SWP-2B、RHR-1C 及 CS-1B。
- (六) 電力系統檢護: 4.16kV SWGR #2 及 #3，以及 480V 馬達控制中心 PC-2A/2B、PC-3A/3-4A 停電清掃作業。
- (七) 爐心 92 束新燃料移出。

為管制 MSC 之作業品質，本會特訂定視察計畫並落實執行，以確保機組日後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 1 號機進入除役期間前之運轉周期期間曾發生較重大異常現象之安全有關持續運轉設備、MSC 期間安全有關持續運轉設備之重要維護工作、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 1 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、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、表面及目視檢查作業；(3)現場作業視察、本次 MSC 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 1 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 計畫有關 Code 項目編號第 45~49 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，檢查結果為正常。

(2)PDSI 計畫有關 Code 項目編號第 38~41 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，檢查結果為正常。

(3)第四個十年運轉期間檢測計畫 ISI 補檢檢測有關 EOC-27 P2 Code 項目編號第 2-122~2-125 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，檢查結果為正常。

## 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-27 P2 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、第四個十年運轉期間檢測計畫 ISI 補檢檢測 EOC-27 P2 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)

除役期間測試作業係針對系統管路組件或焊道之非破壞檢測；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 之 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 PDST 功能測試，以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 之 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，以確認洩漏率符合 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，以確認符合 ASME Code Sec XI IWE 要求；(4)減震器(Snubber)目視檢查(VT-3)及功能測試，以確認洩漏率符合 ISTD 規定，以確認符合 ASME Code Sec XI IWD 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)」執行測試，緊要海水泵 A 台進口壓力 0.315 kg/cm<sup>2</sup>(>0.29 kg/cm<sup>2</sup>)、出口壓力 4.3 kg/cm<sup>2</sup>(>4.15 kg/cm<sup>2</sup>)、及流量 102 LPS(>100 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 0.22 kg/cm<sup>2</sup>(>0.2 kg/cm<sup>2</sup>)、出口壓力 22.82 kg/cm<sup>2</sup>(>22 kg/cm<sup>2</sup>)及流量 237 LPS(>235 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、SSA2、SSA3、SSA5、SSA7 及 SSA13 共 6 隻壓縮/拉伸滲液率(in/min)測試結果符合程序書 10 in/min 之規定。

查證電廠執执行程序書 D612.19.2 機械式減震器性能測試，3 隻 PSA-1/2 及 1 隻 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。

查證電廠執执行程序書 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：

有關 PDST 視察結果包括儀器校正、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」

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」執行用過燃料池冷卻泵 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。另於現場查證反應器廠房 3~4 樓用過燃料池相關儀器校正後標籤標示情形，經查發現反應器廠房 3 樓低差壓指示開關 PISL-116-2C 位置與程序書標示不相符，以及流量指示開關 FIS-116-1 未納入程序書校正紀錄表內容，電廠已完成程序書修訂。

(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」查證電廠執行用過燃料池冷卻水泵維護作業，本次執行 ASFPCS-B 台拆解檢查與 A 台簡略檢查。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-B 台拆解檢查與 A/C 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)抽查台電公司核安處駐核一廠安全小組 MSC-1 稽查報告執行情形，本次 MSC-1 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 D734.5、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過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，視察結果第(3)項程序書內容有關差壓與流量指示開關未納入紀錄表部份，電廠已於本次 MSC 期間完成相關改正。所查證用過燃料池系統維護及測試相關作業，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) 餘熱移除系統 (RHR) 維護及測試查證

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。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 系統需維持可用，以確保此階段核一廠之安全。本次 1 號機 MSC 視察，選定 RHR 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 D606.2.1-B 「餘熱移除排除 (RHR) 泵運轉能力及流量測試」

##### 2. 視察結果

- (1)查證電廠 1 號機執行 D706.1 「RHR 泵迴轉組件移除與更換」，查證執行 RHR 泵 D 台拆檢電廠維護紀錄，確認 RHR 泵 D 台之運轉間隙、葉輪及泵出口彎管銲道液滲檢測 (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 RHR 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 RHR 泵 B 台馬達狀況正常，維護過程維護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)查證電廠執行程序書 606.2.1-B-RHR 系統流量測試，分別驗證 RHR 系統 B 串二台泵 B/D 起動，驗證流量結果需符合 PDSAR 要求，電廠第一次測試時發現 RHR D 台泵起動後發現軸封有漏水狀況，電廠於是暫停測試並進行維修，視察員於現場實地查證電廠進行相關維修與測試，確認 RHR B/D 台相關功能與流量均正常。

(4)現場查證 E11-F033S 電動閘閥維修保養作業，包商作業人員依據維護程序書內容執行維修作業，台電公司人員亦在旁監督執行相關作業；查證作業人員證照資格、閘桿螺牙狀態及閘桿潤滑油更換，結果符合程序書 131 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。

#### (五) 聯合廠房冷卻水系統(CSCW)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，核一廠正式進入除役後，部分系統與設備已停止運轉，因此該系統熱負載已大幅減少，但在核一廠進入除役期間，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

核一廠程序書 D754.1「低壓馬達維護檢查程序」。

## 2. 視察結果

- (1) 經查核一廠 1 號機聯合廠房冷卻水系統低壓馬達維護，執行前進行工具箱會議並留有紀錄，本次維護作業符合程序書 D754.1 第 3.19 節規定僅需進行馬達外檢，接續執行馬達絕緣量測、馬達軸承、轉子與其相關零組件檢查，以及維護後之 noload/take load 試運轉電流、軸承溫度、震動值等量測值均符合接受標準。

## 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

視察發現電廠於執行程序書 D756.12「24VDC 充電機維護

檢查程序」步驟 6.5 NO CHARGER 偵測卡片測試及校正時，採用電子錶計時，未使用經校正合格之標準碼錶，且程序書之準備事項的設備清單亦無列出。

目前 24 VDC 充電機 C 台已更換為榮城電機製充電機，型式與其他 A,B 及 D 台充電機設計不同，但程序書 D756.12 僅針對榮城電機製充電機之適用性進行補述加註，步驟 6.5、6.6、6.7 及 6.9，未確實載明該型充電機測試時之執行順序，且不適用部分之描述亦不明確。

針對程序書 D756.12 步驟 6.11 TRANSDUCER 的校正，未具體描述應執行之作業。

### 3. 結論與建議

前述各項缺失，電廠已立即改善、修改程序書內容，並於後續 MSC 作業完成改進。

#### (七) 電動閥功能維護及測試查證

各系統電動操作閥為電廠重要設備，於 MSC 期間維護電動操作閥之機械與電氣等相關控制回路、限制開關、轉矩開關、馬達等組件，維修後需適當調整驗證，以確保平時操作或緊急動作之可靠性，使安全有關電動閥具備足夠之能力，於異常事故發生時，仍得以正常操作，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 D780.1 「電動閥操作機構(儀電部份)維護」

(2)核一廠程序書 D780.2 「電動閥操作機構(機械部份)維護」

##### 2. 視察結果：

(1)抽查電廠執行 MSC-1 RHR-B 串 E11-F004 及 CS-B 串 E21

-F001 之電動閥維護狀況，電廠已依程序書 D780.1「電動操作閥（儀電部份）維護檢修工作」規定進行限制開關（LIMIT SW）之分解檢修及轉矩開關（TORQUE SW）之調整檢修。

(2)依據程序書 D780.2「電動閥操作機構(機械部份)維護」，抽查本次 MSC-1 RHR-A 串及 CS-A 串電動閥之機械部分執行情形，視察時已執行之電動閥，均已依相關要求進行分解組合並完成維護保養及檢查更換等作業。

### 3. 結論與建議：

本項電動閥維護及測試之查證，視察結果未發現有異常情形，可符合相關程序書之要求。

### (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, SGBT）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)D608.2.6 備用氣體處理系統"儀器校正"

(2)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)

(3)D608.2.7-A 備用氣體處理系統運轉功能及效率試驗(A 串)

(4)D608.2.5-A 備用氣體處理系統隔離閥功能測試(A 串)

(5)D608.2.5-B 備用氣體處理系統隔離閥功能測試(B 串)

(6)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，未發現有不符合情形，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  $1500 \pm 10\%$  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 是否完整性，經起動 SBGT-A 串流量為 1550SCFM；HEPA 之壓差在前過濾器為 0.63 吋、後過濾器為 0.60 吋，總壓差為 2.43 吋，均符合測試接收標準。
- (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 HPEA 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。

(4)程序書D608.2.5-A&B 備用氣體處理系統隔離閥功能測試(A&B 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1號機之HV-SB-03、HV-SB-05、HV-SB-06、HV-SB-08、HV-SB-10、HV-SB-16等6隔離閥測試結果，其開/關行程時間，均在上下限與最大限值以內，測試結果符合規定要求。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，測試流量維持在1410~1430 SCFM之間，負壓在1.8~2.1公分之間，符合0.635公分(0.25吋)水柱以上之真空要求，顯示核一廠1號機二次圍阻體系統在運轉模式5下，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。

### (九) COVID-19 防疫措施落實執行查證

為避免 COVID-19 疫情影響核能電廠運作與安全，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。

針對本次 1 號機 MSC-1 期間，本會要求電廠應加強防疫管控措施，依疫情變化適時滾動檢討並強化相關措施，避免防疫漏洞之產生。除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。本次視察項目主要包括：(1)防疫物品配置及庫存；(2)MSC 期間防疫措施落實及因應疫情擴大管理；(3)因應疫情值班人員防疫管理；(4)台電總處赴廠防疫查核報告。

#### 1.視察依據：

- (1)本會核能電廠視察備忘錄 HQ-會核-109-1
- (2)台電公司總處「核能電廠防疫管理辦法」
- (3)值班人員防疫分艙分流管制要點
- (4)核一廠因應武漢肺炎擴大加強防疫管理措施。
- (5)核一廠 1MSC-1 定期維護測試期間加強防疫管制措施。
- (6)核一廠 1MSC-1 定期維護測試期間持照人員判定為疑似病例時之緊急因應措施。
- (7)核一廠 1 號機 MSC-1 定期維護測試維護作業關鍵技術人力因應武漢肺炎之應變安排。

#### 2. 視察結果：

##### (1)查證防疫物品配置及庫存：

有關電廠就 COVID-19 防疫物資之庫存準備，經清查廠內耳溫槍、口罩及酒精存量，每組均發放耳溫槍 1 支，庫存尚餘 26 支，可供各組耳溫槍損壞時更換；口罩庫存餘 5450 個，僅供應每週 300 個口罩給運轉值班人員使用，未用完則需退還，搭

配每兩週可購買 9 個口罩之政策，口罩存量相當充裕；而每瓶 600 毫升的酒精餘 144 瓶，可供廠內人員需要時進行清潔消毒，綜合以上查證結果，核一廠防疫期間之物資庫存無缺乏的情形。

(2)查證 MSC 期間防疫措施落實及因應疫情擴大管理：

查證核一廠針對關鍵維護人力部分已規劃不同場所辦公方式，並請電廠補充說明 1 號機 MSC-1 定期維護測試各工作項目技術人力之應變安排，主要包括 RHR、CS 系統泵閥、海水管路、除役過渡階段前期測試 PDST、緊要海水系統設備、緊要柴油機設備、廢料系統 MSC、儀器維護校正、MSC 偵測試驗、各系統儀器、斷路器開關設備、4.16kV 與 480V MCC、MOV，以及主控制室開關、儀錶、電驛等維護作業共 14 項，未發現異常情形。

查證核一廠依核能電廠防疫管理辦法相關規定落實情形，電廠加強防疫自主管理措施主要包括現場工作人員配戴口罩時機、每日健康狀況監測、人員自主管理等作業，未發現異常情形。

(3)查證因應疫情值班人員防疫管理：

查證防疫分艙分流管制要點及持照人員判定為疑似病例時之緊急因應措施，相關內容皆已確實傳閱各值班人員，未發現異常情形。

(4)查證台電總處赴廠防疫查核報告：

查證台電總處赴核一廠防疫查核報告，台電總處查核結果未發現缺失，其報告內容經檢視未有異常發現。

3. 結論與建議：

本次 MSC 期間 COVID-19 疫情持續擴大，為避免維持核能電廠穩定與安全運作所需之適當人力(包括值班持照、關鍵維護等)受疫情衝擊，本會於 MSC 前即已就核能安全管制立場要求台電公司提出防疫及應變措施，並適時滾動檢討，同時於 MSC 期間查核電廠各項防疫措施執行情形，視察結果無異常發現，電廠均能確實落實執行各項防疫措施。

#### 四、MSC 廢料營運視察

##### (一)視察目的

為監督台電公司於核一廠1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5月15日至9月4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，規劃包含廢棄物營運品保稽核、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12人日。

##### (三)視察結果

###### 1. 廢棄物處理廠房廠務管理

- (1) 巡查發現汽機廠房 T-11 門附近工具箱下(ME-22S)有管件隨意擺放。另工具箱(ME-59)依示放置有受污染之工具，若欲開箱取用須保健物理人員陪同，但發現包商開箱取物時並未通知保健物理組人員。

- (2) 查驗廠房管理，發現濃縮廢料泵( CONCENTRATED WASTE PUMP )編號 P-110-37-1AS 取樣站附近地板有用過擦手紙未清除情形。
- (3) 於主水泵室巡檢時，發現隨意丟棄之口罩；RHR Pump A(E11-C002AS)附近亦發現有棄置的塑膠袋、電池及未按規定擺放之工具物品。
- (4) 汽機廠房標高 17.25 呎的海水泵室，施工人員實施高架作業時，將安全繩綁於塑膠管及鋼材管路上，對管路將可能造成破壞，未符合相關作業要求，現場要求立即改正。
- (5) 巡查發現氫氣之物質安全資料表未依規定置放於氫氣鋼瓶附近，而置於汽機廠房 T-11 門附近之電焊機上，未符合相關作業要求。

## 2.廢棄物營運品保稽核及廠務管理

- (1) 查核核能安全處對本次 MSC 執行之品保稽核作業，有關低放射性廢棄物營運部分由第三分組執行，其稽查範圍為「放射性廢液排放管制作業」，抽查安全小組之報告，自 5 月 25 日至 7 月 6 日完成 15 次廢液排放作業之稽查，均未有發現異常狀況。
- (2) 駐廠安全小組昔日在運轉期間之大修稽核，列為第十組，計有「放射性廢液排放管制」、「大修洩水管制」、「化學品管制」與「廢料管制」作業 4 大項，這次 MSC 作業卻僅列出「放射性廢液排放管制」一項。經查證安全小組稽查報告，仍列有化學品使用查核、廢棄物現場分類檢查及洩水稽查等內容，與作業前規劃不同，已請該小組注意改善。

- (3) 查閱核能安全處駐核一廠安全小組對本次 MSC 執行之廠務管理稽核作業，未發現異常情事外，亦未開立品質改正通知單。
- (4) 巡視現場各區域，廠方均有依據程序書設立污染管制圍籬，並有放置廢棄物分類回收桶，廠房通道空間均維持清潔，廠務管理良好。

### 3.有機化學品攜入攜出管制

- (1) 核一廠化學品使用之相關申請攜入（出）規定乃規範於廠方程序書編號 D105 第 18.14 節，查核本次定期維護與測試作業週期內，廠方於內部網頁、廢料處理組門口及一號機輻防管制站內，張貼化學品申請程序及跨廠房使用等相關規定之文宣資訊，持續宣導有機化學品申請、審核及攜入（出）有關規定，供該廠同仁及承包商參考使用。
- (2) 巡查 1 號機 T-11 門旁之化學品暫存工具箱內化學品管理情形，(1)該存化學品乃因使用後辦理攜出結案時，容器表面遭受汙染無法攜出，且內容物大多為可再接續使用之油漆及金剛砂，故統一集中暫存於該工具箱內，此乃廠方為資源有效利用之自主管理作為。查核該工具箱中暫存之化學品，皆依當下實際狀況更新化學品標籤，且仍位於化學品標籤上所申請之有效期限內，未發現異常情形。
- (3) 巡查廢料廠房內設備維修作業使用化學品之相關程序是否符合規定，經現場抽查結果，均依規定申請攜入並張貼有管制標籤條碼，且該化學品仍位於申請之有效期限內，另比對實際使用之化學品確實與申請品項相同，未發現異常情形。

### 4.乾性廢棄物接收、分類管制及抑減

- (1) 依廠方程序書 D977 之規定，放射性不可燃之廢棄物及廢油、廢木材應由產生者送至汽機廠房 1 樓 T-11 門放射性廢棄物收集區暫存，再運送低放射性廢棄物貯存庫貯存。查證廠方是否依程序書 D977 之規定分類，將廢棄物分為廢油、廢土、廢玻璃、廢鋁片、廢鐵、廢樹脂等分別存放，結果廠方確實於 T-11 門前區域設置各類廢棄物暫存桶。另請廠方開啟暫存桶查核廢棄物存放情形，結果均符合廠方標示確實分類，未發現異常情形。
- (2) 檢查廢料廠房設備維修作業現場之放射性廢棄物分類作業情形，結果現場廠方放有防護衣、可燃、非可燃廢棄物收集桶分類進行蒐集，且其中棄置之廢棄物皆依標示分類存放，未發現異常情形。

#### 5.系統洩水管制作業

- (1) 本次作業期間，依據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，包括緊急海水系統(ESW)、餘熱移除系統(RHR)、爐心噴灑系統(CS)、聯合廠房冷卻水系統(CSCW)及爐水淨化系統(RWCU)等洩水作業。主辦組均依排程或提早執行，且依規定由提出申請，經洩水小組審核後，再進行洩水作業，未發現異常。
- (2) 現場檢查反應器廠房 39.83 呎的餘熱移除系統(RHR)A 串及 B 串洩水作業，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，本次一號機 MSC-01 廢液總飼入量為 5,290,892 GAL，平均日飼入量為 35,749 GAL，總有機碳(TOC)含量為 41 ppb，相較

前次一號機 EOC27-Part III 廢液總飼入量為 13,018,293 GAL，平均日飼入量為 72,324 GAL，總有機碳(TOC)含量為 69 ppb，已有明顯降低，顯示本次廢液洩水管制成效良好。

#### (四)總結

本次號機 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。本次檢查結果未發現異常，且無違反相關安全規定。

### 五、輻射防護管制

#### (一)概述

核一廠 1 號機第 1 次 MSC 自 109 年 5 月 15 日至 109 年 9 月 4 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 0.20 人-西弗，低於預估 0.32 人-西弗。

本會依視察計畫，查核「人員曝露管制」、「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，藉由多重管制，確保工作人員與環境之輻射安全。

#### (二)視察人日

本次 MSC 視察合計 11 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) 於 8 月 14 日查核主管制站巡視紀錄表，完整記錄，而清點主管制站高輻射區鑰匙，並核對高輻射區鑰匙紀錄簿之借出記錄，實際借出情況與登記簿內容一致。
  - (2) 至核一廠 1 號機反應器廠房抽查高輻射門禁檢查，檢查出門包含：反應廠房 4F 新燃料池過濾系統、反應廠房 3F 爐水淨化分相槽、燃料冷卻泵室、用過燃料池過濾樹脂預敷泵室，皆已上鎖無發現異常。
  - (3) 至核一廠 1 號機反應器廠房抽查區域輻射與污染之度量及標示、圍籬設置情形。檢查位置包含：反應廠房 4F、3F、1F R19 乾井人員氣鎖門外、及乾井 Hatch 出入口外，檢查結果輻射區域均按電廠規定於入口明顯處標示，而污染區均以管制圍籬區隔，現場防護衣物回收狀況良好，未發現異常情形。
  - (4) 至核一廠 1 號機反應器廠房抽查承攬商工作人員劑量計配戴情形。本次共抽查 21 位員工，分別隸屬於啟睦、核昇、福德、明德、景馨及緯豐公司共計 6 家公司，承攬商員工均配戴正確。
2. 人員防護：本項視察重點包括電廠與承攬商之人員輻防訓練。
- (1)109 年 8 月 28 日查核核一廠輻射劑量管理系統，今年 1~4 月無人超過日、週行政管制限值且統計至 8 月 24 日 MSC-1 集體劑量累積值與目標值(0.320 人西弗/廠)之比值為 61%。
  - (2)109 年 8 月 28 日查核核一廠輻射防護管理組織運作情形，分別已於 108 年 12 月 3 日及 109 年 5 月 27 日召開輻射防護管理委員會，由廠長擔任主席，且每半年舉行會議乙次，符合輻射防護管理組織及輻射防護人員設置標準第 12 條規定。
  - (3)109 年 8 月 28 日查核電廠員工年度(109 年)法定輻射防護訓練 3 小時之情形，該廠已受訓人數為 359 人，其教育訓練紀錄皆

依程序書規定記載參訓人員姓名、時間、地點、訓練時數、訓練科目及授課人員等相關資料。

(4)109 年 8 月 28 日查核電廠承攬商年度輻防訓練，其訓練日期訂於每月第二週開班，統計至今，已開課 14 班，受訓人數約 372 人，其教育訓練紀錄皆依程序書規定記載參訓人員姓名、時間、地點、訓練時數、訓練科目及授課人員等相關資料。

(5)109 年 8 月 28 日查核核一廠配章及輔助劑量計之抽查紀錄，其皆依 906 程序書 2.4 節規定，將抽查結果紀錄於「維護組人員劑量 TLD 與 EPD 使用情形調查表」及「人員劑量 TLD 與 EPD 使用情形調查表」，無異常情形。

3. 輻射偵監儀器：本項視察重點包括視察電廠是否依場所特性選用適當儀器，且儀器應依規定校正與維護。

(1)至核一廠壹號貯存庫地下二樓查核該電廠環化組執行編號 602.4.34「核一廠壹號貯存庫液體排放輻射監測儀(PRM)之偵檢頭校正及功能測試程序」程序書之情形。查核該校正作業情形如下：

i. 校正射源為體積效率校正標準射源 Cs-137(編號 CD-151，體積射源約 2.7 公升)及 Cs-137(編號 CD-45)，前者供作為液體監測控道偵檢頭校正，距離表面 1 公分之劑量率約 0.4  $\mu\text{Sv/hr}$ ；後者則作為警報功能測試，距離表面 1 公分之劑量率約 1.4  $\mu\text{Sv/hr}$ ，距離射源 1 公尺以上之劑量率即為作業現場背景劑量範圍 0.06  $\mu\text{Sv/hr}$ 。

ii. 經查操作人員林員確已取得輻射安全證書，並有證書影本備查。

iii. 當日上午作業前，由該廠保健物理人員、環化人員、貯存庫控制室人員一同召開工具箱會議，說明應注意事項，並

填寫工具箱(協議)會議查對表及簽名。告知控制室人員於執行校正期間應注意禁止執行排放作業。

iv. 校正試驗前與過程中，以該廠提供之手持式輻射偵檢器確認作業現場輻射曝露狀況，確認輻射源使用過程皆維持在此作業現場背景劑量率範圍，無非預期曝露或高劑量情形發生。

v. 校正過程已程式化處理，可自動計算電壓 vs 計數率校正圖及設定校正電壓、平均背景值、體積效率因素、靈敏度等參數，靈敏度結果在程序書要求之管制範圍內。

vi. 去年檢查時發現程序書所附設備圖示有誤(仍標示馬達啟動開關，惟該開關已數位化並整合至面板，故實際上已無實體開關)，後該廠已更新圖示無誤。

(2) 至壹號貯存庫進行查核，其輻射偵測儀器皆經校正合格，且在效期內。校正日期分別為：

i. 1 台 Thermo RadEye Pro 手持輻射偵測器(序號 14660)--108 年 11 月 7 日。

ii. 1 台 INER ERM-LD 區域輻射監測器(序號 M9201004)--109 年 6 月 9 日。

iii. 至主警衛室管制站進行查核，除一台 AW-2 型箱型污染偵檢器貼有停用標籤，其餘輻射偵測儀器皆經校正合格，且在效期內。校正日期分別為：

iv. 1 台 H1360 型平台式工具污染偵檢器(序號 21)--108 年 11 月 26 日。

v. 1 台 Ludlum 177 型污染偵測器(序號 164231/PR16904)--109 年 1 月 22 日。

vi. 1 台 WCM-10PC 箱型污染偵檢器(序號 1009)--109 年 5 月

20 日。

vii. 4 台 Ludlum 53 型門框污染偵檢器(序號 285116、220113、167903、167904)--109 年 3 月 11 日。

4. 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 之合理抑低管制項目為「非破壞檢測工程」。依據該廠程序書 D919 規定，該廠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 109 年 7 月 15 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），當天並於小坑教室進行模擬訓練，相關紀錄均留存備查。

(2)查核職前 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 ALARA 工項之職前 ALARA 審驗表均完整填寫。

(3)查核電廠 ALARA 管制工作的人員劑量統計資料，該廠原預估人-工時數 650 人-時，集體劑量 75 人-毫西弗；實際人-工時 607 人-時，集體劑量為 31.318 人-毫西弗。針對預估值與實際值之差異，核一廠表示本次模擬訓練時，特別加強訓練工作人員裝設及操作儀器之熟練度，並要求工作前務必確認儀器可正常使用再進行實地作業，此外，保健物理人員亦要求在不影響工作安全之前提下，全程穿著鉛衣，並由熟手帶領新手，工作前確認工作位置及路徑、縮短曝露時間，因而能有效降低集體劑量。

5. 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)有關排放管制，核一廠依據程序書 D912「放射性物質外釋管制程序」執行管控與審核作業，其中針對放射性廢液排放之管控文件為液體排放許可單(表 D912-9)。抽查壹號機今(109)年 6~8 月之液體排放許可單，排放單均由該廠廢料處理組開立，依序由環化組、保物組等單位填寫及審核，記錄排放濃度、排放量等資訊，各批廢液之核種濃度皆符合程序書 D912 表 D912-1 規定且低於程序書 D1102.02 設定之排放警報值，無異常情形。

(2)抽查壹號機 109 年 1 至 7 月放射性液體排放月報表，「分裂與活化產物」測得 Co-60 及 Cs-137，其排放活度為  $3.74 \times 10^4 \sim 1.40 \times 10^5$  貝克/月，低於程序書 D912 月行政監視參考值  $2.28 \times 10^9$  貝克；氚測得  $7.14 \times 10^7 \sim 3.93 \times 10^9$  貝克/月，低於月行政監視參考值  $1.09 \times 10^{11}$  貝克；溶解及懸浮氣體(Xe-135)偵測值均低於偵測低限。

(3)抽查壹號機 109 年 1 至 7 月放射性氣體排放月報表，分裂及活化氣體、碘、微粒及氮-13 之排放活度均低於偵測低限，氚排放活度為  $2.86 \times 10^9 \sim 3.41 \times 10^9$  貝克/月，無明顯異常變動，且低於程序書 D912 之月行政監視參考值  $1.33 \times 10^{11}$  貝克。

6. 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 MSC 期間主警衛室管制作業，其中物品攜出放行單部份及車輛物品攜出申請紀錄，依規定由申請人需事先申請，並填具放行單俟 HP 人員偵測完成，始可攜出，其作業情形依規定實施。

(2)查核物品攜出申請單及車輛攜入偵測紀錄，有依據程序書

「D106.5.1 第一核能發電廠門禁管制暨車輛、物品檢查程序書」其中攜出申請單依規定填報，輻射偵測儀器有填寫適當之單位，抽查 1090710 鋁梯，1090714 鋼瓶，1090721 生活垃圾，1090721 抽水機等攜出申請單，對於「攜入申請人」與「環化組環保課」欄位空白部分，經洽核一廠表示，該表單設計為多重性用途，若為有人攜入物品而不攜出廠者，方需要於「攜入申請人」欄位簽章；若為生活垃圾等需要攜出廠之物品，方於「環化組環保課」欄位簽章，故本次視察僅有 1090721 生活垃圾屬於攜出廠之垃圾，對於「環化組環保課」欄位有簽章，其他物品乃檢修或退還其他單位，「環化組環保課」欄位處空白，現場已要求台電公司於相關欄位加註說明。

- (3)查核物品離廠放行管理，核一廠程序書「D917 廠區環境污染管制程序」規定，凡離開主警衛室之物品，皆需要進行「非固著性污染」、「直接輻射」、「固著性污染」以及「比活度」等量測(視可否置入箱型活度偵檢器而定)，皆有符合「阿伐 $<1$  Bq/100 cm<sup>2</sup>」、「貝他/加馬 $<2$  Bq/100cm<sup>2</sup>」、「0.2  $\mu$ Sv/h」、「80 Bq/kg」、「80 Bq/100cm<sup>2</sup>」等標準。
- (4)有關物管局核定並置本處管轄之輻防計畫附錄 5-4 內之「核能電廠管制區內廢棄物偵測離廠放行作業計畫」之適用，本會業於 109 年 2 月 15 日函知台電公司，說明該計畫之精神應符合乾淨下腳料，本次視察之物品攜出申請單皆符合(僅 1090721 生活垃圾係攜出廠之垃圾，其餘為重複使用之工具)，並無管制區內之廢棄物。
- (5)查核 MSC 期間主警衛室管制作業，抽查主警衛室之人員污染門框偵檢器，每天有以 37000 Bq 之 Cs-137 射源測試，現場實際測試結果警報聲響起，借出射源時，有依據程序書「D909 放射性物質之管制程序」第 6.2.7 節規定，自行使用或借出時，有按附表「D909-5 放射性物質存量清點紀錄表」登記。

(6)查核污染門框偵檢器之定期內部校正流程，有以詳實記錄偵檢器之讀值，確保可正常使用，無異常發現。

7.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)查核本定期維護週期期間（5~8月）之廠區監測數據，核一廠廠區內共設置5部固定式連續輻射監測站，其讀值均屬正常變動範圍(<0.1微西弗/小時)，且遠低於監測區管制上限。

(2)另查水樣4站、土樣12站及草樣12站之監測數據，均低於監測區調查基準。

#### (四)結論

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。

核一廠1號機第1次MSC，人員集體劑量為0.20人西弗，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MSC期間人員與環境之輻射安全。

## 六、廠外環境偵測

### (一)概述

核一廠1號機本次MSC自109年5月15日起至9月4日。原能會輻射偵測中心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環境輻射偵測使用人力合計20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 1 號機 MSC 作業對廠外環境無輻射安全影響。

### 七、結論

核一廠 1 號機第 1 次 MSC 作業已於 109 年 9 月 4 日結束，整體而言 MSC 期間作業期程原至 109 年 8 月 31 日止，但因應爐心 92 束新燃料移出工作致 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<br>名 稱 | 取樣<br>地點 | 取 樣<br>日 期 | 活 度  |       |      |       |      |      |
|------------|----------|------------|------|-------|------|-------|------|------|
|            |          |            | 銻-7* | 鉀-40* | 鈷-60 | 銫-137 | 鈾系列* | 鈾系列* |
| 海<br>水     | 出水口      | 109.04.30  | —    | 13    | —    | —     | —    | —    |
|            |          | 109.05.29  | —    | 11    | —    | —     | —    | —    |
|            |          | 109.06.30  | —    | 12    | —    | —     | —    | —    |
|            |          | 109.07.31  | —    | 13    | —    | —     | —    | —    |
|            |          | 109.08.31  | —    | 10    | —    | —     | —    | —    |
|            |          | 109.09.30  | —    | 14    | —    | —     | —    | —    |
|            |          | 109.10.30  | —    | 12    | —    | —     | —    | —    |
| 岸<br>沙     | 白沙灣      | 109.04.21  | —    | 198   | —    | —     | 9    | 8    |
|            |          | 109.07.15  | —    | 139   | —    | —     | —    | —    |
|            |          | 109.10.14  | —    | 119   | —    | —     | 6    | —    |
|            | 石門       | 109.04.21  | —    | 67    | —    | —     | 4    | —    |
|            |          | 109.07.15  | —    | 98    | —    | —     | 7    | —    |
|            |          | 109.10.14  | —    | 67    | —    | —     | —    | —    |
|            | 出水口右側    | 109.04.21  | 23   | 194   | —    | —     | 9    | 10   |
|            |          | 109.07.15  | 12   | 192   | —    | —     | 10   | —    |
|            |          | 109.10.14  | —    | 194   | —    | —     | 11   | 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 1 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：鄭永富、朱亦丹、林琦峰、鄧之平、黃議輝、林駿丞

第三組：馬志銘、洪進達、蘇聖中

### 二、視察時程

109 年 5 月 15 日至 109 年 8 月 31 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，本會亦將進行查核。
- 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 1） |
| 2  | 用過燃料池系統維護及測試                                                                                | 黃郁仁                                      | 否      |
| 3  | RHR 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  | 電動閥功能維護及測試查證                                                                                | 江建鋒                                      | 否      |
| 7  | 二次圍阻體通風系統維護及測試                                                                              | 張國榮                                      | 否      |
| 8  | COVID-19 防疫措施落實執行<br>■防疫物品配置及庫存<br>■MSC 期間防疫措施落實及因應疫情擴大管理<br>■因應疫情值班人員防疫管理<br>■台電總處赴廠防疫查核報告 | 林子桀<br>宋清泉、黃郁仁、<br>江建鋒、曹裕后<br>顏志勳<br>張國榮 | 否      |

註 1：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     | 鄧之平   | 否     |
| 3  | 放射性物質管制  | 林駿丞   | 否     |
| 4  | 廠區環境管制作業 | 林琦峰   | 否     |
| 5  | 輻射偵監儀器   | 朱亦丹   | 是(註1) |
| 6  | 排放管制     | 林琦峰   | 否     |
| 7  | 合理抑低計畫   | 鄭永富   | 否     |

註1：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      | 蘇聖中   | 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 | 洪進達   | 否    |
| 6  | 系統洩水管制作業        | 馬志銘   | 否    |

註1：連絡人：馬志銘 電話:02-22322324

註2：本次視察預計12人日。