

# 核一廠二號機第 26 次大修 (EOC-26)視察報告

行政院原子能委員會  
中華民國 103 年 8 月

## 摘 要

核能一廠 2 號機之第 26 次大修作業（103 年 4 月 28 日 02 時 54 分解聯開始，至 103 年 6 月 1 日 23 時 37 分併聯止）計 34.86 天，主要以換裝核子燃料並執行結構、系統及組件之檢查、維修與改善等，本次大修並進行耐震餘裕評估 SMA 相關改善施工，大修工期與原預估 34 天期程符合。本會為監督電廠執行大修作業之品質，除審查電廠大修作業計畫外，另訂定視察計畫於大修期間針對重要安全相關的作業進行現場品質查證。

本報告彙整大修期間本會視察之工作結果，包括核能安全、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，視察人力包括本會核能管制處 43 人日（含大修駐廠）、輻射防護處 12 人日、放射性物料管理局 20 人日及輻射偵測中心 25 人日等，共計 100 人日。

本報告之結論：1.核安管制部分視察結果大多符合要求，惟仍發現如運轉期間檢測/測試、爐心水下目視檢測、燃料更換作業、安全相關寒水系統、ECCS 及 RCIC 系統、保護電驛及控制開關維護及測試等項目不符程序書規定及運轉維修作業疏失事項，已開立 6 件注意改進事項及 1 件備忘錄要求電廠改正。2.輻防部分大修人員集體劑量為 1.191 人西弗，大修依合理抑低計畫執行，未發生人員劑量超限、環境污染或重大輻安事件。有關大修期間視察發現之缺失，亦已當場要求檢討改善。3.本次大修廢棄物營運管理部分，檢查結果無發現重大異常，惟發現有機化學品攜入攜出管制方面，台電核安處查核報告之部分數據與實際檢查結果不符，電廠已承諾檢討實際攜入量與申請數量，同時注意數據之檢核，本會亦將持續瞭解改善執行成效。4.環測結果顯示對周圍環境無輻射安全影響。

# 目 錄

頁次

一、前言 .....	1
二、大修主要工作項目 .....	1
三、本次大修重要事件概述 .....	6
四、大修視察管制工作概要 .....	6
(一)大修視察計畫 .....	6
(二)大修視察前會議 .....	7
(三)大修期間不預警視察 .....	7
(四)大修視察後會議及廠務管理檢查 .....	7
(五)核能機組大修後再起動管制及總體檢核管案件 .....	8
五、本次大修重要視察項目 .....	9
(一)運轉期間檢測(ISI)/爐心水下目視檢測(IVVI) .....	9
(二)運轉期間測試(IST)查證 .....	18
(三)控制棒測試查證 .....	26
(四)耐震餘裕評估(SMA)相關 DCR 施工與測試查證 .....	28
(五)燃料更換作業查證 .....	30
(六)安全相關寒水系統維護及測試查證 .....	35
(七)ECCS 及 RCIC 系統維護及測試查證 .....	37
(八)保護電驛及控制開關維護查證 .....	43
(九)違規注改備忘錄及核管案件後續改善情形 .....	46
六、大修廢料營運視察 .....	49
(一)視察目的 .....	49
(二)視察人日 .....	50
(三)視察結果 .....	50
(四)結論 .....	58

七、輻射防護管制 .....	59
(一)概述 .....	59
(二)視察人日 .....	59
(三)視察結果 .....	59
(四)結論 .....	68
八、廠外環境偵測 .....	69
(一)概述 .....	69
(二)人力 .....	69
(三)分析結果 .....	69
(四)結論 .....	69
九、結論 .....	69
 表一 核一廠周圍環境試樣加馬能譜分析結果 .....	71
附件一 視察相關照片 .....	72
附件二 大修視察計畫及會議紀錄 .....	76
附件三 2 號機 EOC-26 大修再起動管制討論會議紀錄 .....	83
附件四 大修注意改進事項及備忘錄 .....	85

# 核一廠 2 號機第 26 次大修視察報告

## 一、前言

核能機組於運轉一段時間後，必須停止運轉，以填換核子燃料並執行結構、系統及組件之檢查、維修與改善等大修作業，期使再起動後，得以在下一次運轉週期時，維持核能機組的穩定運轉。一般而言，核能機組換裝核子燃料及大修時之結構、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運轉安全性及穩定性，而作業品質的優劣，亦反映出核能電廠管理品質之良窳。

為監督電廠執行核能機組填換核子燃料及大修作業之品質，確保機組運轉之安全性及穩定性，本會要求電廠於每次作業前，均事先陳報大修作業計畫。本會除嚴加審查其作業計畫外，並於大修作業期間針對大修作業管理、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 2 號機第 26 次大修，為督促台電公司做好各項維修工作，投入之視察人力包括本會核能管制處 43 人日（含大修駐廠）、輻射防護處 12 人日、放射性物料管理局 20 人日及輻射偵測中心 25 人日等，共計執行 100 人日之大修作業查證，視察相關照片如附件一，視察計畫如附件二。

## 二、大修主要工作項目

核一廠 2 號機第 26 次大修，自 103 年 4 月 28 日至 103 年 6 月 1 日首次併聯為止，工期共計 34.86 天，本次大修並執行耐震餘裕評估 SMA 相關改善施工，大修工期與原預估 34 天期程符合。大修期間較重要的工作項目如下：

### (一)反應爐部分

1. 更換新燃料 116 束、LPRM 6 串及 WRNM 4 串。
2. 控制棒葉片檢查 8 支(D-215 型 4 支、馬拉松型 4 支)。

結果：1 支馬拉松型控制棒葉片 M517 發現有新增裂紋指示，經評估未達更換標準，續留爐心使用並於下次大修時追蹤檢查。更換控制棒葉片(CRB) 3 支(退出 2 支 D-215 型及 1 支舊馬拉松型控制棒葉片，置入 3 支新型馬拉松型控制棒葉片)及對調 6 支 CRB，以及更換控制棒驅動機構(CRD) 17 支。

3. 二階段爐內挪移，Phase I 共 147 步/Phase II 共 524 步，停機餘裕(SDM)最小為 1.17%  $\Delta k/k$  大於 1.0%  $\Delta k/k$ ，符合運轉規範要求 ( $> 0.38\% \Delta k/k$ )，可以接受。Phase I/II 爐內挪移期間發生人員誤觸燃料吊車緊急停止紅色按鈕致主電源跳脫、退出爐心燃料編號 C1E513 於用過燃料池定位高度有些微差異、水底攝影機無法執行畫面切換、異物入侵事件等 4 項異常狀況，惟情況輕微並未影響燃料吊運安全。

## (二)飼水加熱器測厚及渦電流檢測

1. 依檢測計劃書執行 4 只飼水加熱器殼壁測厚，檢測結果有 2 測件(5BS-R2/L2)殼壁明顯薄化，已開立 NCD-2364 進行覆鍍處理，其他壁厚仍大於法規需求。
2. 12 只加熱器執行加熱器管查漏及渦電流檢測，結果塞管數 3A-1、4B-2 及 5B-1 各 1 支，其餘正常。
3. 汽水分離再熱器 MSR B 低壓側執行渦電流檢測，結果塞管數 6 支。
4. 主冷凝器 4 只水箱冷凝管渦電流檢測，結果無塞管。

## (三)管路測厚

1. 管路測厚共 346 件。
2. 檢測結果有 1 測件 ( ES-5BS-T2 ) 之管壁厚度不符合要求，已進行覆鍍處理，其餘評估結果正常，可繼續使用。

#### (四)核子反應爐水下目視檢測 ( IVVI )

1. 依程序書規定時程目視檢查爐內組件。
2. 檢查爐心側板 V2、V3、V6、V11 外側(OD)垂直銲道及 H4、H5 外側(OD)水平銲道，並追蹤前次 2 號機 EOC-25 大修 H3 水平銲道 3 處舊有缺陷。檢查結果 V2、V3、V6、V11 垂直焊道正常；H3 水平焊道三處舊有缺陷無變化；H4 水平焊道 17°、71°、107°、215°各有多個裂紋，最長為 0.948”，75°、79°、103°處各有 1 個裂紋，長度最長為 11/32”，160°~178°熱影響區內有連續性裂紋；H5 水平焊道 198°發現 2 個裂紋，長度為 9/32”。前述缺陷均位於熱影響區內，電廠研判應為奧斯田不銹鋼常見之 IGSCC 現象，雖核一廠已於早期安裝爐心側板穩定器來取代 H1-H7 功能，但為澄清裂痕走向偏垂直方向能否符合 BWRVIP 要求，故以 BWRVIP-76A 垂直裂痕評估導則進行評估，評估結果側板結構完整無安全疑慮可照現況使用，下次大修追蹤檢查。另本會考量 BWRVIP-253 所述 IASCC 因素，已於前次 #1EOC-26 大修要求電廠於兩部機組下次大修完成 H3/H4/H5 OD 檢查，故#1EOC-27 時除檢查 H5 OD 外需再增加 H3 OD 檢查（本次#2EOC-26 已完成 H4、H5 OD 檢查，並追蹤前次 #2EOC-25 檢查 H3 之舊有缺陷）。
3. 檢查蒸汽乾燥器 Baseline，在 0°Exhaust Plenum Plate 水平焊道內側有一點焊道(長約 5/16")龜裂之新增焊道指示，經評估可照現況使用，並依 BWRVIP-139A 要求追蹤檢查至其穩定為止。
4. 電廠依 BWRVIP Letter 2014-019 於本次大修完成 50% JET PUMP WD-1(包括 Wedge Rod)檢查，檢查結果為 JET PUMP 01 WD-1 Wedge Rod Wear，其磨損程度約直徑之 1.8%，此小於 2014-019 文件要求之 10%，且此處之 Wedge 並無移動或磨損現象，故依 2014-019 文件可照現況使用，且無需另增加檢查。

5. 檢查蒸汽汽水分離器 Shroud Head Bolt，發現有 2 支之視窗及對正梢輕微磨損(SHB#15&21)，經評估結果，均不影響定位功能，可照現況使用。
6. 執行爐心噴灑系統爐內管路銲道之超音波檢測，發現原舊有 Indication 有些改變，經評估可照現況使用，下次大修繼續追蹤檢查。

#### (五)汽機例行檢查

1. 高壓汽機分解檢查，低壓汽機 LP-1 及 LP-2 執行第十級靜葉片更換作業。
2. 發現高壓汽機發電機側第 2 級動葉環護環處，經磁粒檢測 MT 後發現 1 處線性指示，已經原廠工程師建議磨修處理，其它檢測/檢查均在可接受範圍。
3. 發現低壓汽機 LP-2 下半靜葉環，發現 5 個沖蝕孔，已經原廠工程師建議磨修處理，其它檢測/檢查均在可接受範圍。
4. 發現高壓汽機水平接合面上半左側#25、#26 螺栓間，有部分吹蝕現象，已予焊補磨修處理，其它檢測/檢查均在可接受範圍。
5. 執行相關閥類一般/分解檢查。

#### (六)發電機及電氣設備檢測

1. 發電機執行外檢(不抽轉子)，本次檢查結果重點摘要：
  - (1)發電機 No.7/8/9 軸承拆檢檢查結果正常。
  - (2)發電機汽機側(TE)及勵磁機側(EE)封油環及格蘭托架拆開檢查結果正常。
  - (3)發電機定子線圈通風管壓降測試、轉位試驗檢查結果正常。



- (4)發電機轉子磁極平衡、絕緣檢查結果正常，並完成發電機洩漏測試。
- (5)勵磁機定子、轉子線圈絕緣及 PMG 檢查結果正常。
- (6)勵磁機整流模組拆檢及特性量測試結果正常。
- (7)封油系統檢查，TE 側均壓閥動作不順更換閥桿、伸縮囊，其餘檢查結果正常。

## 2. 直流系統

- (1) 125VDC 蓄電池組 No.1、2、6、7 執行放電試驗及充電機容量功能測試，測試結果合格。
- (2) 125VDC 1A、1B 充電機補執行充電機充電負載能力符合 FSAR 第 8.3.2.1.2.3 節之功能驗證測試結果：兩台充電機併聯充電累計容量符合要求。

## 3. 480V PC 斷路器檢查

- (1) 輔助電驛與開關接點執行精進檢查及處理，確保 Swing Bus 切換功能正常。
- (2) 本次大修由原廠家(GE)執行並完成 19 只 BKR 之翻修作業，另執行 13 只潤滑油更換檢修，共計 32 只；其餘斷路器在機組運轉期間，已陸續完成潤滑油更換檢修。

## 4. 更新 AC/DC MCC 及建置 EQDP

- (1) 已依計劃完成 HPCI/RCIC 直流 MCC-2B 更新(DCR-C2-3250)。
- (2) 已依計劃完成 RHR 交流 MCC-B 更新(DCR-C2-3181)。
- (3) 換下之 MCC 整盤將完整送至核研所執行 EQ 檢證，以建置 MCC 之 EQDP 相關文件。

#### 5. 480V 配電系統配合 SMA 專案執行改善

(1)480VMCC 4A-3 執行基座補強(DCR-C2-3548)。

(2)4kV/480V SST-3A 及 SST-4A 變壓器基座補強  
(DCR-C2-3464)。

#### 6. EDG-A/B 配合 SMA 專案執行改善

(1) 加裝 32、40、51V 等電驛之隔離開關、確保 EDG 在強震其間不致因上述 3 只電驛異常之接點顫動，造成 EDG 之不可用。當 EDG 執行例行測試時，再將此等保護功能置入使用(DCR-C2-3560)。

(2) 汰換不符 SMA 耐震要求之日用油槽液位聯鎖控制電驛。  
(EMR-C2-0603)

7. RPS 電源切換選擇開關由一只三個位置改為兩只分開並以 KEY 操作之二個位置開關(DCR-C2-3453)。

8. Recirc. M-G Set A/B 發電機轉子線圈絕緣偏低，已處理完成，測試及試運轉合格。

### 三、本次大修重要事件概述

為能適時掌握核能機組狀況，俾便執行相關的安全管制措施，本會訂定有「核子反應器設施異常事件報告及立即通報作業辦法」，責成台電公司當核能機組出現偏離正常作業狀況時，必須在時限內通知本會。此次大修期間，無發生異常事件。

### 四、大修視察管制工作概要

#### (一)大修視察計畫

為管制大修之作業品質，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。

## (二)大修視察前會議

本會於 103 年 4 月 24 日假核一廠 2 號機會議室舉行「核一廠 2 號機 EOC-26 原能會大修視察前會議」，會議中對核一廠本次大修提出視察前管制要求。(會議紀錄如附件二)

## (三)大修期間不預警視察

本次大修期間於 103 年 5 月 24 日(星期六)9 時 00 分實施 103 年度第 1 次不預警視察，本會核管處召集相關視察員，執行不預警團隊視察，而本會物管局、輻防處和核技處亦指派視察員協同執行。此次視察範圍涵蓋 1、2 號機主控制室、開關場、氣渦輪機、1、2 號機廠房現場、廢料廠房控制室、輻防管制站及保安監控中心等值班人員作業，查證其對運轉中機組、廢料系統、輻防管制及保安監控狀況之掌握、對異常系統設備狀況處置，以及巡視紀錄是否確實；另視察適逢 2 號機組大修期間，亦對大修現場維護作業進行相關抽查。視察作業於當日 14 時 00 分左右結束。根據各項查證結果，綜合而言，核一廠的假日值班人員及大修維護人員皆能堅守崗位，維持良好之精神狀態，對機組及設備的運轉狀況，亦能確實掌握。

## (四)大修視察後會議及廠務管理檢查

本次大修視察後會議於 103 年 5 月 26 日假核一廠召開，針對電廠大修工作狀況及本會視察結果等進行討論。會議中除電廠提出大修作業及安全管制報告及總處審查工作小組提出大修作業查核報告外，本會同仁亦針對此次大修提出大修視察結果報告，並要求台電公司提出本次大修再起動管制案件之規劃方案及時程，審查通過後方可同意臨界申請(會議紀錄如附件二)。會後當日下午實施廠務管理稽查，稽查區域共分 4 組(輻防及物料相關管制另案執行)，區域包括反應器廠房、聯合廠房、安全串緊要匯流排 SWGR 房間、廠內柴油機 EDG-A/B 房

間、蓄電池室、5 號柴油機及緊急海水泵室等相關設備錨定及非安全影響安全設備狀況進行查核，相關視察發現已要求台電公司改善。

#### (五)核能機組大修後再起動管制及總體檢核管案件

103 年 5 月 30 日台電公司向本會提出核一廠 2 號機第 26 次大修後機組臨界申請，經審查後發現納入本次大修再起動管制案件之規劃方案及時程項目，例如：因應福島事件之總體檢核管案件 CS-JLD-10111「新增設置第二套最終熱沉」之規劃方案，包括設計、採購、發包與施工，以及 A 串無法驗證部分之工程評估報告等重要時程規劃；CS-JLD-10117「執行火山危害之定量風險評估」目前遭遇之困難說明及明確的決策做法，並提出時程規劃；CS-JLD-10121「強化生水池儲水能力並提昇可靠性」之 1 萬年回歸期最大考量地震(MCE)之評估、不透水層(防水膜)等作業規劃時程等有部份事項須再澄清說明，因此要求台電公司補充說明。台電公司於 103 年 5 月 30 日 22 時 42 分完整補提相關核管案件澄清資料、規劃方案及時程，並獲本會審查同意，因此本會乃於 5 月 31 日 00 時 21 分同意台電公司核一廠 2 號機之起動臨界申請，另於決行表要求有關 B 串備用電源斷電造成 RPS 半急停、5th DG 對 4kV BUS 3 ECCS 及模擬喪失廠外電源功能試驗出現警報問題，應加強人員訓練，並要求台電於併聯申請前陳報強化措施。

103 年 6 月 1 日台電公司向本會提出大修後機組初次併聯運轉申請，並依本會機組臨界決行表審查要求提送相關評估檢討報告，本會於 6 月 1 日 22 時 05 分審查同意核一廠 2 號機之機組併聯申請，惟於併聯決行表再針對 SRV 下游壓力開關未動作報告及 RCIC 泵流量測試未進一步查證測試數據正確性，要求台電公司於機組 90%功率再進行驗證及說明。

103 年 6 月 4 日核一廠重新針對 SRV 下游壓力開關進行驗證後，台電公司再向本會提出大修後機組達 90%功率運轉申請，並依本會機組併聯決行表審查要求提送相關評估檢討報告，本會於 6 月 4 日 19 時 00 分審查同意核一廠 2 號機之機組達 90%至滿載功率運轉申請。

## 五、本次大修重要視察項目

為落實核能機組之大修安全管制，本會在事前便妥善規劃，針對核一廠前次運轉週期曾發生較重大異常現象之安全有關設備、大修期間安全有關設備之重大修改維護工作、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 26 次大修視察結果分述如后：

### (一) 運轉期間檢測(ISI)/爐心水下目視檢測(IVVI)

營運期間檢測 ( Inservice inspection, ISI ) 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，其視察範圍限於下列結構、系統及組件 ( SSCs )：

- 反應爐冷卻水系統壓力邊界
- 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
- 反應器爐內組件
- 風險顯著性之管路系統邊界
- 圍阻體系統邊界

本次大修視察內容包括：(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)現場作業視察或檢測紀錄之審查，以確認現場作業是否依據核一廠 2 號機第四個十年運轉期間檢測計畫，以及 ASME B&PV Code 2001 年版及 2002/2003 年修訂版

的要求進行，另本次大修有關 IGSCC 焊道與 Class 1 或 2 構件及管路焊道檢測紀錄，檢測結果均合格，未發現缺陷指示；(4)查證前次 1 號機 EOC-26 大修 ISI 視察發現之改善情況。

爐心水下目視檢測(In-Vessel Visual Inspection, IVVI)為反應爐之爐體內部及其內部組件依規定需定期檢測，其檢測的目的為藉著周詳完整的檢測計畫，以分批、分項與以往需列入追蹤項目，利用機組大修反應爐開蓋灌水後，於燃料挪移 Phase I 及 II 兩階段間進行。

依 ASME 規範，核子反應爐之水下目視檢測的種類分為兩種，即 VT-1（第一種目視檢測）和 VT-3（第三種目視檢測）。VT-1 之目視檢測，係檢測組件、零件之表面上，是否存在著裂紋、刮傷、腐蝕、銹蝕或結構性之損壞。VT-3 須能檢測組件與零件之一般機械性與結構性的情形，如檢測間隙、零件鬆脫、殘破、腐蝕、刮傷、銹蝕或螺栓組件鬆脫或焊道呈現孔隙等缺失。

另有關目視檢測的方法、檢測 IGSCC 缺陷解析度之要求、校驗規定，爐水清澈度與環境照度，以及檢測發現缺陷之處理方式等規定要求，皆依循 ASME B&PV 標準和 BWRVIP 擴大檢測等相關工業標準及技術要求。

本次大修視察內容包括：(1)檢測人員資格是否符合 ANSI/ASNT CP-189 之規定，並具有 VT Level-II 以上檢測證照、視力檢查、1 年內 IVVI 檢測工作經驗；(2)現場作業視察，包含美國奇異日立公司之檢測人員與工作人員攜出、入管制與固著確實性，輻射防護，工安保護，防範異物掉落之措施，檢測時影像清晰度、照明度，檢測區完整呈現性，錄影與錄音、被測區名稱、編號，數量均完整記錄；(3)檢測紀錄之審查，包含清晰度之校驗及校驗時間之登錄，錄影片（DVD）中影像、聲音之完整、清晰，被檢測物之名稱、編號、角度、數量的記錄完整，檢測區有問題時之初判、複判與記錄，錄影片之保存、標識等。

#### 1.視察依據：

- (1)核一廠第四個十年運轉期間檢測及測試計畫
- (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 ISI-PT-11-1「營運期間溶劑清除法液滲檢測」
- (4)核發處程序書 ISI-UT-11-2「鋼管銲道超音波檢測」
- (5)核發處程序書 ISI-UT-11-19「管嘴內側圓弧區域超音波檢測」
- (6)核發處程序書 ISI-MT-11-1「磁粒檢測」
- (7)ASME B&PV Code Sec XI
- (8)EPRI 認證程序書 PDI-UT-11
- (9)核一廠程序書 701.15「反應爐之水下目視檢測」
- (10)核一廠程序書 128「異物入侵作業管制」
- (11)EPRI BWRVIP-76A、139A、253

## 2. 視察結果：

- (1)前次 1 號機 EOC-26 大修核對台電公司所提送之執行 ISI 檢測計畫，發現有 9 口 Class 2 管件銲道未納入檢測計畫，與第四個十年營運檢測計畫承諾及 ASME B&PV Code Sec XI IWX2420(a)連續檢測之規定精神不一致，因此本次 2 號機 EOC-26 大修亦針對第四個十年 ISI 尚未依計畫執行之補行檢測項目進行查核。經查本次大修 ISI 檢測計畫有 3 口 Class 1 屬 B-D 類別管嘴內側圓弧區域 UT 檢測，因有部分檢測探頭直徑小於 EPRI 認證程序書 PDI-UT-11 之 0.75 吋要求，以至本次大修不及執行檢測，不符修訂後第四個十年 ISI 檢測計畫承諾事項。

- (2)經查核發處程序書 ISI-UT-11-19 雖有 Sizing 檢測類別，但實際檢測人員卻未有相關檢測能力驗證，若經 Detection 發現有指示情況，將無法進行後續細部檢測。
- (3)現場查證 ISI 營運計畫第 2-72 項執行 RPV-N07A 爐蓋殼側銲道 UT 檢測，現場發現檢測範圍未完整依 Code 執行，且未檢測之管嘴區域目前無 EPRI 能力驗證方法可供執行，須依 ASME B&PV Code Sec XI IWB-2007(a)檢測範圍進行檢討改善。
- (4)現場查證 ISI 營運計畫第 2-18~21 項執行 CST 至 HPCI 管路 PT 及 UT 檢測，現場檢測銲道位於 CST 鄰近 Sump 高低落差較大區域，其執行低處 OD 及 ID 銲道檢測可能受限於人員能接近範圍限制，有影響檢測人員安全及檢測結果判定之疑慮。
- (5)前次 2 號機 EOC-25 大修運轉期間檢測及測試報告，發現檢測項目為 B-J 類別之第 2-23 項 1.5-PSE-7AS-F1 焊道延期執行，其為反應爐 N14A 管嘴之出口管路(水位儀參考水柱)，屬 Class 1 管件銲道，因此本次 2 號機 EOC-26 大修將該項納入 ISI 營運計畫第 2-46 項執行 PT 檢測。現場查證檢測銲道因前次大修有支架影響檢測範圍，本次大修進行支架臨時移除作業時管路有焊渣噴濺情形，且未進行檢測前清理而影響滲透及檢測判定結果。
- (6)查證 ISI 營運計畫第 2-63 項執行 RHR Pump 殼基座 PT 檢測，現場進行施加滲透液於銲道超出 ASME B&PV Code Sec XI IWC-2500-8 要求  $T=1/2"$  之檢測範圍許多，有影響檢測結果與判定之疑慮。
- (7)現場查證 ISI 營運計畫第 2-67~68 項執行 RPV 爐蓋 Nuts 與 Washers 之 VT-1 檢測，現場目視檢測發現編號#36 的 Nuts 邊緣凹槽有一輕微磨損。



另抽查 ISI 檢測人員資格審查，包括辨色力、遠距視力及各種 NDE 種類之專業證照等資料，均符合核能電廠運轉期間非破壞檢測人員考訓與資格審定程序。

現場查證抽查 ISI 營運計畫其他檢測項目，如第 2-65 項執行 RPV 爐蓋鉚道編號「RPV-W-1105」之 MT 及 UT 檢測、第 2-66~68 項執行 RPV 爐蓋組件編號「RPV-BG-01(STUDS)」之 UT 檢測及「RPV-BG-01(NUTS、WASHERS)」之 VT 檢測等並無重大異常情況，符合程序書作業規定。

- (8) IVVI 檢測結果，有關本次大修反應爐內噴射泵 Jet Pump WD-1 之 Wedge Rods 檢查，發現有一支 JP 01 之 Wedge Rod 部分有輕微磨損情況約總寬度 1.8%，電廠已依 EPRI 2014-019 文件更新 WD-1 檢查項目要求，將執行兩週期 100% Wedge Bearing Surfaces 及 Rod 的 VT-1 檢查，惟未更新於程序書 701.15 內容。
- (9) IVVI 檢測結果，有關爐心側鈹 Shroud H4 及 H5 水平鉚道檢測結果有垂直方向指示，如 H4 各角度及 H5 在 198 度位置，雖核一廠 Shroud H1~H7 水平鉚道經修理後依 BWRVIP-76A Fig 3-1 步驟無須進行檢測，但考量本次大修 Shroud OD H4 及 H5 鉚道檢測結果有裂痕走向偏垂直方向，要求電廠依 BWRVIP-76A 進行評估。
- (10) IVVI 檢測結果，有關本次大修 Core Spray 進行 AUT 鉚道追蹤檢測結果，其中 AP1 鉚道前次檢測 3 個指示，本次發現有 2 個指示相連情形，以及 AP8B、BP8B 及 DP8B 等 3 口鉚道亦有變化。後續評估除已要求電廠依 BWRVIP-18A 方法評估外，另要求澄清 Core Spray 流量注入 Shroud 內部燃料上方之損失率是否影響燃料丸護套溫度(PCT)分析結果。
- (11) IVVI 檢測結果，有關 Steam Dryer baseline 檢查，發現 OD

Exhaust Plenum Plate 內側鉸道有新增指示之情形，疑似為結構鉸道並可能影響 Steam Dryer 結構之自然頻率，電廠依 BWRVIP -139A 進行 Plant Specific Analysis 評估。

(12)本次大修 IVVI 檢測作業期間爐心區域共發生 3 件 loose part 通報事件，摘述如下說明：

5 月 8 日發現爐心 Annulus JP #6/7 間發現 1 片棕色膠帶及白色片狀物。

5 月 9 日發現爐心 Annulus JP #7/8 間發現 1 支金屬條狀物。

5 月 11 日執行 18-15 控制棒葉片把手檢查時，發生檢查鏡頭破裂，碎片掉落在爐心底板。

雖上述 3 件掉落異物皆已移出爐心，但電廠應持續精進檢討改善有關異物入侵防護作業，以避免類似情形再發生，並要求電廠於大修臨界申請前提出檢討報告說明。

(13)另有關 IVVI 人員資格，並無重大異常情況，符合程序書 701.15「反應爐之水下目視檢測」作業規定，並完成原排定相關 IVVI 目視檢測項目。

### 3. 結論與建議：

(1)有關本次大修 ISI 檢測計畫有 3 口 Class 1 屬 B-D 類別管嘴內側圓弧區域 UT 檢測，因有部分檢測探頭直徑小於 EPRI 認證程序書 PDI-UT-11 之 0.75 吋要求，以致本次大修不及執行檢測缺失。台電公司澄清先前廠家承諾能製作核一廠需求之檢測探頭直徑，惟當時並未發現 EPRI 認證程序書 PDI-UT-11 說明，目前核一廠使用 KRAUTKRAMER USN 60 機台可用探頭直徑僅有 0.75 吋能符合該程序書要求，以至本次大修有 3 口鉸道之檢測探頭直徑小於 0.75 吋，故不及執行檢測。經檢視目前 B-D 類別檢測百分比已達 ASME Code Sec XI Table

IWC-2412-1 第 2 檢測區間要求最低須完成 50%檢測比例，仍符合法規要求；本案雖符合法規要求，但不符合第四個十年 ISI 檢測計畫承諾事項，因此要求電廠於下次大修重新執行完整之檢測，並提送經 ANII 審查認可之修訂檢測計畫。

(2)有關管嘴檢測方面，核發處程序書 ISI-UT-11-19 列有 sizing 檢測類別，但檢測人僅有 detection 檢測能力驗證，未有 sizing 檢測能力驗證，雖目前檢測結果並未發現異常情形，且國外亦未有相關指示案例，實質上不影響檢測組件之安全，但為建立自有檢測技術，並解決未來若檢測發現有指示情形時，僅能尋求國外合格廠家協助檢測瑕疵尺寸之不便性，因此仍要求台電公司建立完整檢測人員資格，以確保若發現指示時，後續檢測作業能夠順利執行。

(3)第 2-72 項執行 RPV-N07A 爐蓋殼側鉚道 UT 檢測，現場發現檢測範圍不完整依 Code 執行，且未檢測之管嘴區域目前無 EPRI 能力驗證方法可供執行。目前電廠評估檢測範圍僅達百分之 70 幾，因此仍須依 ASME Code IWB-2007(a)檢測範圍或 ERPI 專業機構建議提出 Code Case 613-1 縮減 UT 檢測體積方式執行。電廠澄清有關 Code Case 613-1 雖已獲 RG1.147 R16 同意使用，但針對未獲第四個十年 ISI 計畫引用之 Code Case 仍須提出個案申請，並須提出材料製造無瑕疵、鉚道所處環境應力分析及前 3 個十年計畫檢測無指示紀錄等相關文件，供後續審查進行。本項建議比照前述 3 口鉚道於下次大修重新執行完整之補行檢測，並提送經 ANII 審查認可之修訂檢測計畫，惟在尚未提出 Code Case 申請前，仍須依 ASME Code IWB-2007(a)檢測範圍進行檢討改善。

(4)第 2-18~21 項現場檢測鉚道位於 CST 鄰近 Sump 高低落差較大區域，其執行低處 OD 及 ID 鉚道檢測可能受限於人員能接近範圍限制，雖本次檢查結果未發現異常情形，建議爾後在管路

高低落差地點應利用搭架執行檢測作業，以確保檢測人員安全、作業品質與檢測範圍之完整性。

- (5)第 2-46 項執行反應爐 N14A 管嘴出口管路 PT 檢測，有關本次進行支架臨時移除作業時管路有焊渣噴濺情形，電廠已重新研磨將焊渣噴濺移除後再次做 PT 檢測，檢測結果正常；惟本次支架移除將影響原 DCR 改善內容，因此仍要求電廠確認後續復原作業及未來檢測之替代方案。
- (6)第 2-63 項執行 RHR Pump 殼基座 PT 檢測，現場進行施加滲透液於銲道超出 Code 要求  $T=1/2"$  檢測範圍許多之問題，雖目前檢測範圍已屬保守且無異常指示，爾後在施加滲透液時建議應依循 ASME Code Sec. XI IWC-2500-8 檢測範圍執行。
- (7)第 2-67~68 項執行 RPV 爐蓋 Nuts 與 Washers 之 VT-1 檢測，現場目視檢測發現編號#36 的 Nuts 邊緣凹槽有一輕微磨損，雖不影響 Nuts 內緣螺牙功能，但後續要求電廠於下次大修持續追蹤檢查。
- (8)有關本次大修 IVVI 反應爐內噴射泵 Jet Pump WD-1 之 Wedge Rods 檢查，因本次大修執行 10 支檢測數量，仍符合程序書 701.15 第 6.8.14 節執行 4 支之擴大檢測要求(8 支)，然依 EPRI 2014-019 文件內容所述磨損未超過 Rod 直徑 10%，無須進行擴大檢測。惟仍建議電廠持續依 EPRI 文件更新 WD-1 檢查項目，於 1 號機 EOC-27/28 及 2 號機 EOC-27 大修完成 50% Jet Pump WD-1 檢查數量，並將相關檢測計畫修訂於程序書內容。另目前 BWRVIP-41" Jet Pump Inspection and Evaluation Guideline" 版次已為 Rev.3，電廠應確認目前程序書檢測範圍與要求是否與新版次有所差異。
- (9)針對 Shroud H4 及 H5 銲道新增指示及其形態，雖電廠研判應為奧斯田不銹鋼 IGSCC 裂痕，澄清該裂痕走向偏垂直方向，

故以 BWRVIP-76A 垂直裂痕評估導則進行評估，評估結果 Shroud 結構完整無安全疑慮可照現況使用，同時納入下次大修追蹤檢查。電廠同時採納本會建議依 BWRVIP-253 參考國外電廠檢測作法，對兩部機組 Shroud 水平銲道易影響區域平行展開進行擴大檢測。本次大修已完成 2 號機 Shroud H4/H5 銲道檢查及 H3 追蹤檢查，電廠已於 5 月 30 日大修後臨界申請成套文件陳報評估結果，經審查可以接受。

(10)針對 Core Spray 之 AUT 銲道追蹤檢測結果，電廠依 BWRVIP-18A 方法保守假設指示裂痕已貫穿來進行裂縫成長評估，經運轉一個燃料週期之評估結果仍小於容許長度，不影響系統安全，且實際檢測結果均未發現裂縫有貫穿狀況，並納入下次大修追蹤檢查，另 Core Spray 銲道裂痕洩漏量亦保守假設指示裂痕已貫穿，評估結果仍小於 GE 製造商允許洩漏量，並能維持 AREVA 燃料廠家需求流量之餘裕，故總洩漏量仍符合安全限值。電廠已於 5 月 30 日大修後臨界申請成套文件陳報評估結果，經審查可以接受。

(11)針對 Steam Dryer baseline 結構銲道指示可能影響自然頻率之問題，電廠已依 BWRVIP-139A 要求洽廠家進行 Plant Specific Analysis，並於臨界申請前完成評估，廠家評估結果為該銲道設計非結構銲道，可照現況使用，同時納入下次大修追蹤檢查。電廠已於 5 月 30 日大修後臨界申請成套文件陳報評估結果，經審查可以接受。

(12)本次大修 IVVI 檢查作業期間，在爐心區域共發生 3 件 loose part 通報事件，電廠已於 5 月 30 日大修後臨界申請成套文件陳報評估結果，經審查可以接受。

以上發現第(1)~(3)項等項缺失，已發注意改進事項編號 AN-CS-103-009 要求電廠具體提出改進方法；第(4)~(8)項建議及澄清事項，已發視察備忘錄 CS-會核-103-002 要求電廠澄清說

明；第(9)~(12)項已納入本次大修再啟動管制事項，並經電廠承諾改善後解除管制，其他項目已請電廠自主管理。

## (二) 運轉期間測試(IST)查證

運轉期間測試作業係針對系統構件或焊道之非破壞檢測；運轉期間測試(IST)作業包括泵、閥、減震器、支吊架、管路揮動限制器管路、RPV 內部組件(IVVI)、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。核一廠第四個十年 IST 測試計畫，係承諾引用 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，以作為測試項目規畫及視察依循。

本次大修視察內容包括：(1)泵、閥 IST 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 年修訂版 IST-B 及 IST-C 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及螺栓目視檢測，以確認符合 ASME Code Sec. XI IWE 要求；(4)減震器(Snubber)目視檢查(VT-3)，以確認洩漏率符合 IST-D 規定；(5)局部性洩漏測試(LLRT)，以確認符合運轉規範 ITS16.6.8.E.16 圍阻體洩漏率測試要求；(6)一次系統壓力邊界洩漏測試(Leakage Test)，以確認符合 ASME Code Sec. XI IWD 要求。

另 IVVI 目視檢測項目原屬於 ASME Code Sec. XI IWB 之 B-N-2 類別，其視察發現及結論已於前節敘述。

### 1. 視察依據：

(1) 核一廠第四個十年運轉期間檢測及測試計畫

(2)核一廠程序書 210.1「一次系統壓力邊界洩漏測試」

(3)核一廠程序書 605.1「備用硼液控制(SBLC)泵可用性測試」

- (4)核一廠程序書 606.1.1.-B「爐心噴灑系統(CS)泵可用性及流量試驗(B 串)」
- (5)核一廠程序書 606.3.2.-A「緊要海水泵及餘熱移除海水系統可增壓泵運轉能力定期偵測試驗(A 串)」
- (6)核一廠程序書 608.1.2「一次圍阻體 C 型洩漏試驗」
- (7)核一廠程序書 608.1.4「抑壓槽通乾井真空破除器試驗」
- (8)核一廠程序書 608.1.10「兼具反應器冷卻水系統壓力隔離功能之圍阻體隔離閥洩漏測試」
- (9)核一廠程序書 611.4.1-B「聯合廠房冷卻水可用性和泵容量試驗(B 串)」
- (10)核一廠程序書 611.4.2-B「聯合廠房冷卻水電動閥可用性試驗(B 串)」
- (11)核一廠程序書 611.5-B「安全有關寒水系統(B 串)」
- (12)核一廠程序書 612.18.1「爐水流失事故後氫氣再結合器之定期測試」
- (13)核一廠程序書 612.19「各類減震器檢測程序書」
- (14)核一廠程序書 1205.01「營運期間支吊架及 Class 3 管路或設備之整體連接件 VT-3 目視檢測程序書」
- (15)核一廠程序書 1205.02「一次圍阻體螺栓目視檢測查及扭力驗證」
- (16)核一廠程序書 1205.06「管路揮動限制器目視檢查程序書」

## 2. 視察結果：

- (1)泵與閥測試之視察發現事項：

經查現場執执行程序書 605.1 備用礮液控制(SBLC)泵可用性測試期間，其 SBLC Tank 及測試 Tank 流量計 C41-FI-R005 校正期間為前次大修週期，電廠未於測試前更新校正標籤日期，應注意執行核對各項儀器校正是否仍在有效期限內，要求電廠檢討改善。

有關 SBLC 泵屬 IST 泵，依 OM Code ISTB-3510-1 規定泵能力驗證測試 Comprehensive 之差壓精確度須符合 $\pm 0.5\%$ 以下。其中電廠量測泵進口壓力的作法為測試槽正常液位至泵進口中心線之垂直距離乘以液體比重，但其精確度會有不足的情形，另 ESWP 泵利用潮位差計算進口壓力之作法亦有相同精確度不足問題，因此要求電廠檢討改善。

另 ISTB-3510(a)規定前述泵能力驗證測試 Comprehensive 之量測複合精確度亦需達到 $\pm 0.5\%$ 以下，因此目前多數 ECCS 系統以進出口壓力錶相減得到差壓之作法，要求電廠檢討能否符合 Code 要求。

有關控制室執执行程序書 608.1.4 抑壓槽通乾井真空破除器試驗，發現執行閥開關測試前後有異常開關情形，經查現場亦同時進行該空間維修作業，故須開啟真空破除器維持通風，惟該作業可能會影響測試進行及結果判定之虞，電廠應澄清說明。

經查現場執执行程序書 612.18.1 爐水流失事故後氫氣再結合器之定期測試，發現執行步驟 6.7.1 現場盤面警報測試時，有警報未響及 TE-1/4/5/7B 警報窗未出現等異常情形，經現場維修後可恢復警報聲，但程序書 511.2.28 相關須可用警報窗如 TE-4/5/7B 仍未亮，要求電廠改善。

另執行步驟 6.12 量測 MOV-108-10 閥 Stroke Time 時，事先將盤面該閥指示燈號電源 HS-6/7/8/9 關閉，直接利用 VI 方式記錄，與其他閥觀察盤面紅綠燈號方式有所不同，電廠應澄清說



明其適切性。

查證泵的 IST 功能測試之額定流量測試(含流量、壓力、振動及軸承溫度)及閥類 IST 功能測試之操作開關時間，摘述如下：

程序書 605.1 之 SBLC 泵可用性測試，有關 IST 項目於大修期間則執行 Comprehensive 測試，並量測 SBLC Pump A/B 台振動幅度，泵出口壓力大於  $83.7 \text{ kg/cm}^2$  及流量大於 41.2 lps 符合運轉規範 SR 3.1.7.7 要求；惟執行步驟 6.9 量測 A 台振動值時，誤將泵浦(量測點 1)與馬達(量測點 2)振動量測登記相反，但量測值仍位於正常範圍，且於步驟 6.15 量測 B 台時發現相同錯誤，現場立即口頭告知請電廠修正紀錄。

程序書 606.1.1B 之 CS 泵可用性 & 流量試驗(B 串)，有關 IST 項目於大修期間則執行 Comprehensive 測試，並量測 CS Pump B 台振動幅度，泵流量保持 235 lps 且振動量測值位於正常範圍，測試過程良好，無異常情況發生。

程序書 606.3.2A 之 ESW 泵及 RHR Booster 泵運轉能力定期偵測試驗(A 串)，有關 IST 項目於大修期間則執行 Comprehensive 測試，並量測 ESW 及 RHR Booster Pump A 台振動幅度，測試過程觀察泵出口至 CSCW 熱交換器流量大於 234 lps、RHR 熱交換器流量大於 271 lps，以及海水總流量大於 505 lps 且振動量測值位於正常範圍；惟發現程序書步驟 7.0 系統恢復所列閥位與當時大修狀態不符，如 V-104-376A 因 B 串維修隔離故須維持可用開啟狀態，但不影響測試結果，無異常情況發生。

程序書 611.4.1B 之 CSCW 泵可用性和容量試驗(B 串)，其測試程序選擇 Part II (A 串運轉、B 串靜止)，於大修期間則執行 Comprehensive 測試，量測 Pump 進出口壓力讀數及計算關斷水頭後，依「測試差壓與流量核對表」查出相對之流量值，並量測 V-104-280B/281B/289B 開起關閉時間，以及程序書

611.4.2B 之 CSCW 電動閥可用性試驗(B 串)的 V-104-286B/296B/305B/307B/311B/312B/397B 等閥,開啟關閉時間測試結果皆在上下限值內。

程序書 611.5B 之安全有關寒水系統(B 串),有關 IST 項目於大修期間則執行 Comprehensive 測試,並量測寒水泵 G 台振動幅度,泵流量保持 8.41x170 gpm 且振動量測值位於正常範圍,測試過程良好,無異常情況發生。

(2)查證壓力隔離功能之圍阻體隔離閥(PIV)洩漏測試之摘述如下：

查證 RHR 系統 Shutdown Cooling 共管隔離閥 E11-F008/F009 之 PIV 測試,依程序書 608.1.10 步驟 6.3 洩漏測試壓力選擇減壓測試差壓約 168 psig,測試結果小於最大允許洩漏率 7.72 lpm,符合 IST-C 要求。現場查證測試過程,其測試機台已依前次視察發現改善安裝水位計,進行量化換算得知管路真實之洩漏量,並有相關水位刻度對照洩漏率表格,測試結果亦符合運轉規範 ITS SR3.4.5.1 對於洩漏率小於 0.5gpm 每吋管徑至 5gpm 之限值要求。

(3)查證 LLRT 洩漏測試之摘述如下：

查證 HPCI 系統隔離閥編號 E41-F040(E41-F022),其洩漏率接受標準為 600 SCCM,原 As-Found LLRT 洩漏率約為 20 SCCM,惟 E41-F022 經大修維護拆解檢修後,As-Left 洩漏率略升為 81.3 SCCM,但仍符合接受標準,判定為合格。

查證 RHR 系統隔離閥編號 E11-F021A(E11-F016A),其洩漏率接受標準為 3300 SCCM,原 As-Found LLRT 洩漏率約為 1296.7 SCCM,當時判定為欠佳,經 E11-F016A 扭力驗證及調整設定點後,As-Left 洩漏率降為 631.3 SCCM,判定為合格。

查證 RHR 系統隔離閥編號 E11-F009(E11-F067)，其洩漏率接受標準為 3300 SCCM，原 As-Found LLRT 洩漏率約為 108.4 SCCM，經 E11-F016A 扭力驗證及調整設定點後，As-Left 洩漏率降為 107.4 SCCM，判定為合格。

- (4)經查本次大修電廠執执行程序書 210.1「一次系統壓力邊界洩漏測試」，測試區域 LT-C2-01 於 RWCU 系統之 2"-CUW-5S 鋁道 (W12) 發現點狀洩漏；測試區域 LT-C2-02 於 CRD 18-03/38-19/34-23 發現法蘭洩漏，電廠以法規修理更換等相關維修止漏作業進行改正後，電廠再次執行系統洩漏測試 VT-2 檢測，檢測結果符合規定。

- (5)查證程序書 1205.01「營運期間支吊架及 Class 3 管路或設備之整體連接件 VT-3 目視檢測程序書」之視察發現事項：

現場抽查位於汽機廠房 HTR BAY 內，支吊架編號 MS-H-022/023/025/026 等 4 口支吊架。經查 MS-H-023 支吊架下緣固定管路螺帽有鎖固歪斜情形，是否影響支吊架功能仍須進一步評估，其餘支吊架未發現明顯異常情況。

- (6)查證程序書 1205.02「一次圍阻體螺栓目視檢測查及扭力驗證」

本次大修 E-A 類別僅需檢查 Torus Bottom Drain Bolts(22°及 202°)，且依據 TABLE IWE-2500-1 Foot Notes (1)(d)規定，Bolts 可不必只為本次檢查而拆檢；檢測週期為可接近的地區，每一 Period 執行一般目視檢測(VT-G)檢測一次。因此，本次大修 Torus 底部洩水屬一次圍阻體螺栓執行 VT-G 目視檢測，經電廠及 ANII 人員至現場查證 24 支螺栓結果無異常劣化跡象，仍可以依現況繼續使用。

- (7)查證程序書 1205.06「管路揮動限制器目視檢查程序書」之視察發現事項：

現場抽查管路揮動限制器編號 RR-WHIP-B03/B11、FW-WHIP-B02、MS-WHIP-B02/D02 等 5 口限制器皆位於乾井內，經查上述限制器螺栓有上油漆、揮動限制器未有銘牌，以及 FW-WHIP-B02 方位 115 度與 IST 計畫標示 135 度不符等情形，電廠應澄清說明。

(8)查證執行程序書 612.19「各類減震器檢測程序書」之視察發現事項：

現場抽查位於乾井內減震器編號 SRV-436，發現其自乾井拆解過程，因其型式屬機械式減震器，拆解時未將減震器活塞桿保護固定，且應依程序書第 6.2.6 節規定在拆御搬運時，須有監工在場，並要求包商小心搬運，避免油杯及活塞桿受碰撞，要求電廠檢討改善。

現場抽查機械式減震器查證編號 PSA-H-123/PSA-H-125/RR-1-3A-H1/RR-1-3B-H1 等機械式減震器 PSA-1/4 之功能測試，執行阻力與加速度之壓縮與拉伸功能測試，加速度測試之合格標準 $\geq 0.24$  秒，符合程序書及 ASME/ANSI OM Code IST-D 規定。

現場抽查液壓式減震器編號 MSD-H-56 之更換油封作業，該減震器型號為 ITT-1-1/2 屬程序書適用之 ITT-GRINNEL 系列，該減震器已安裝於測試機進行功能測試，經由鎖住速度測試、液滲率速度測試發現不合規定或漏油，則進行分解檢修，檢修完畢後重新進行灌油、再調整與測試，直到合乎 ASME/ANSI OM Code IST-D 規定。

3. 結論與建議：

- (1)有關電廠未於程序書 605.1 備用硼液控制(SBLC)泵可用性測試前更新校正標籤日期之問題，電廠澄清該測試流量計 C41-FI-R005 屬簡易機械式浮球且於其他儀器校正時已一併

Check，但卻未更新校正標籤日期屬行政作業疏失，雖不影響測試流量之準確性，但爾後電廠應注意執行測試前核對各項儀器校正是否仍在有效期限內。

- (2)有關目前 SBLC 泵進口壓力作法為測試槽正常液位至泵進口中心線之垂直距離乘以液體比重，以及 ESWP 泵利用潮位差計算進口壓力之作法不夠精確，電廠澄清未來將視測試需要加裝精確度較高壓力錶，以補償量測複合精確度需達 $\pm 0.5\%$ 以下要求之差異。
- (3)另 ANII 於本次大修執行監查作業期間，發現量測差壓方式須用到進出口 2 個壓力錶相減作為差壓紀錄值，其精確度可能超過 Comprehensive 要求限值。電廠澄清雖目前設置進出口壓力錶精確度為 0.3%，經方均根加乘後可能超過 0.5%規定，為符合 Comprehensive 之差壓精確度要求，已將大修泵能力驗證之接受標準縮減，以補償量測複合精確度需達 $\pm 0.5\%$ 以下要求之差異，本次大修接受標準經調整後亦未有測試數據超過，符合接受標準。惟目前電廠作法為暫行措施，建議未來應依 OM Code 需執行泵定期測試之現場進出口壓力錶更換為能符合精確度要求之壓力錶。
- (4)有關現場執执行程序書 612.18.1 爐水流失事故後氫氣再結合器之定期測試時，程序書相關須可用 TE-1/4/5/7B 現場警報窗有未出現警報等異常情形，電廠澄清原設備採購型號之卡片即無插槽可與警報窗指示燈連接，且相關警報為熱機測試時之警報，已有替代方法可供確認，故不影響 Post LOCA Recombiner 之安全功能，惟應確認目前所安裝卡片是否符合需求，且相關對應警報程序書與現況不符，亦需進行修訂。
- (5)現場查證減震器編號 SRV-436 發現其自乾井拆解過程，因其型式屬機械式減震器，拆解時未將減震器活塞桿保護固定，且應依程序書規定在拆御搬運時應小心，避免油杯及活塞桿受碰

撞。本項發現屬現場維護作業缺失，電廠應檢討改善確保減震器拆解安裝期間之功能完整性，以避免人為疏失影響設備可用性。

(6)有關控制室執行程序書 608.1.4 抑壓槽通乾井真空破除器試驗，發現執行閥開關測試前後有異常開關情形，經查現場亦在進行其他維修作業，而開啟真空破除器維持通風，雖真空破除器測試結果正常並未受到影響，惟電廠應將控制室測試與現場維護作業相關大修進度排程分工明確並應落實，以避免有互相干擾情形。

(7)現場執行程序書 612.18.1 爐水流失事故後氫氣再結合器之定期測試，發現執行量測 MOV-108-10 閥 Stroke Time，與其他閥觀察盤面紅綠燈號方式有所不同。雖該閥經由 VI 方式記錄，與其他閥觀察盤面紅綠燈號方式有所不同，但經現場觀察閥開關過程良好，不影響設備安全功能，電廠承諾將提 PCN 修改以符合 IST 判定方式之一致性。

(8)有關本次大修管路揮動限制器編號 RR-WHIP-B03/B11、FW-WHIP-B02、MS-WHIP-B02/D02 等 5 口限制器皆位於乾井內，經查上述限制器螺栓有上油漆、揮動限制器未有銘牌與標示與 IST 計畫不符情形等相關缺失，屬現場廠務管理及 IST 計畫內容之缺失，經現場查證初步判定不影響限制器安全功能，惟相關缺失仍需檢討改善。

以上發現第(1)~(5)項等項缺失，已發注意改進事項編號 AN-CS-103-009 要求電廠具體提出改進方法；第(6)~(8)項等建議事項，已發視察備忘錄 CS-會核-103-002 要求電廠澄清說明，其他項目已請電廠自主管理。

### (三) 控制棒測試查證

核一廠每一機組各有 97 支十字形控制棒葉片，每一控制棒由其驅

動機構所控制，控制棒的主要功能為：

- 1、抑制爐心初期的多餘反應度。
- 2、控制及調整反應爐的功率
- 3、調整爐心軸向及徑向的中子通量形狀，以達到爐心燃料之最佳運用。
- 4、具有足夠的負反應度，能使爐心在正常或異常反應度最強的情況下將反應爐停機。

本次視察主要就核一廠 2 號機大修期間控制棒摩擦力及控制棒驅動系統測試結果進行查證。

1. 視察依據：

- (1)核一廠程序書 604.5.1「控制棒驅動系統阻力特性偵測」
- (2)核一廠程序書 604.5.2「控制棒急停時間測量」
- (3)核一廠程序書 1017「控制棒驅動系統失速流量測試」

2. 視察結果：

- (1) 5 月 23 日現場查證程序書 604.5.1「控制棒驅動系統阻力特性偵測」，偵測用壓力錶與記錄器皆於有效校正日期內。另抽查本次測試結果，共有 02-27/10-39/22-03/22-43/38-19 等 5 支控制棒差壓超過程序書規定之 15 psid，其中 5 支控制棒之最大差壓為 02-27 控制棒(32 psid)，依程序書執行替選方案「控制棒停妥試驗」或「控制棒急停測試」後，可符合阻力特性偵測之接受標準。
- (2) 查證 5 月 28 日電廠執执行程序書 604.5.2「控制棒急停時間測量」，測試前反應爐汽室已加壓至  $66.8 \text{ kg/cm}^2$ ；97 組控制棒蓄壓器壓力皆大於  $70.6 \text{ kg/cm}^2$ ；充水隔離閥總閥 C12-F034 亦於關閉位置，皆符合測試前準備作業要求。至於本次測試

97 支控制棒之急停插入時間，經查證亦皆符合運轉規範 Table 3.1.4-1 之要求。

(3)抽查程序書 1017「控制棒驅動系統失速流量測試」之測試結果，本項測試於 4 月 8 日大修作業前執行，該數據係為控制棒驅動機構更換或檢修維護計劃之參考依據。經查 97 根控制棒失速流量皆符合接受標準(0.315 LPS)，亦無接近有洩漏需更換之標準(0.221 LPS)，電廠基於保守考量選擇距上次拆解較久之大修週期及失速流量較大之控制棒驅動機構共 17 支於本次大修予以更換。

### 3. 結論與建議：

本次查證 97 支控制棒驅動系統阻力特性偵測、急停時間測量及失速流量測試之結果皆符合接受標準。惟控制棒急停時間測試作業，建議電廠應加強測試人員訓練來互相配合操作，以增進量測時間之準確度與保守性，上述建議事項已口頭告知電廠建議改善。

#### (四) 耐震餘裕評估(SMA)相關 DCR 施工與測試查證

我國山腳斷層及恆春斷層分別於 96 年 7 月及 98 年 12 月經濟部地質調查所公布為第二類活動斷層，其中山腳斷層距核一廠約 7 公里，核二廠約 5 公里；而且山腳斷層及恆春斷層均可能延伸至外海；由於核一廠於 60 年代規劃建造時，上述新事證尚未發生，故均未列入考量，本會於民國 98 年 7 月要求台灣電力公司評估山腳斷層新事證，對台灣三座運轉中核能電廠可能造成之危害，須進行耐震餘裕補強 (SMA)。

台電公司為因應本會之要求，針對 SMA 案之評估與分析後，發現核一廠須補強項目，主要項目為槽體支撐例如冷凝水槽、85 萬加侖油槽等與磚牆補強及部分保護電驛更換為較為耐震之電驛等，其中並包含控制室天花板全部進行更換與補強，電廠針對這些補強項目係以設計修改案 (DCR) 方式進行，核一廠 2 號機相關 DCR 補強工作，係利



用 2 號機 EOC-26 大修期間進行施作，本會為確認電廠 SMA 案現場相關 DCR 改善案施作，是否符合設計要求與安全，因此於 2 號機大修期間，進行現場施工查證與相關 DCR 文件的審查。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 1103.01「電廠設計修改管制」

(2)核一廠程序書 1103.02「電廠設計修改按完成後功能評估作業程序書」

(2)核一廠程序書 1103.03「改善工程設計與設計審查作業程序書」

(3)核一廠程序書 1103.06「改善工程設計文件管制作業程序書」

(4)核一廠程序書 1101「品質作業查證程序」

2. 視察結果：

(1) 審查 SMA 改善案文件 DCR-C0-3466，經查證確認 DCR-3466 係 CSCW 熱交換器及緩衝槽支架強化，其新加之螺栓均利用扭力扳手鎖緊，銲接作業均有檢驗表確認合格 (VT)，品質人員亦訂有品質查證點，符合規定，經現場實際查證亦符合 DCR 內容，經查證相關 DCR 文件內容完整，評估程序與流程檢驗等均符合程序書要求。

(2) 查證 DCR-C2-3554 文件顯示，CST 槽體 SMA 評估需執行槽體螺栓加勁及槽頂桁架補強，但實際查證施工文件卻只有執行槽頂桁架補強，經詢問改善組表示後續再評估 CST 槽體，發現只需執行槽頂桁架補強，但 DCR 文件內並無相關資料補充說明，因此電廠應再補強修改 DCR 文件內容，電廠已立即補開立 FCR，補強修改 DCR 文件內容，其餘 DCR 文件則未發現缺失。

- (3) 經抽查此次大修安全級 DCR 施工與檢驗文件，確認電廠品質組有依程序書 1101 規定執行品質查證。

### 3. 結論與建議：

綜合核一廠 SMA 案相關 DCR 改善工程查證結果，未發現明顯缺失，雖然 DCR-C2-3554 文件顯示其補強內容與實際現場補強不同，但電廠已立即改善相關文件，另其他 DCR 文件未發現缺失，因此為單一事件，並未影響機組運轉安全。

### (五) 燃料更換作業查證

本次大修燃料更換作業採用爐內燃料挪移方式，燃料挪移計畫仍分為兩階段，進行燃料填換，也就是進行爐內組件檢測作業及爐心相關作業時，爐心中仍有燃料，此方式與前次大修經驗相同。在大修前，電廠並以 2 號機週期 26 末大修排定的挪移步驟為基準，依個別案例分析(Step-by-Step)，進行爐內燃料挪移期間的停機餘裕分析。本次視察就兩階段燃料挪移之相關作業進行查證，包括挪移期間之停機餘裕分析、燃料挪移前之準備作業、實際挪移工作及其他安全相關作業等進行查證，此次視察的目的即在確認核能一廠燃料挪移過程，是否符合相關運轉規範與程序書的要求。此外，大修期間必須依據報會核定之「沸水式核能電廠控制棒長程處理計畫第 5 版」及「核一廠 D-215 型控制棒繼續使用安全評估報告」，擬定控制棒檢查及更換計畫，針對選定之控制棒葉片進行裂紋與白斑(限舊製程馬拉松型)檢查，並依檢查結果評估是否須需增加檢查支數與更換控制棒。本次視察依據與參考文件、視察結果及結論與建議如下所述。

#### 1. 視察依據：

- (1) 「核一廠 2 號機 EOC-26 大修控制棒檢查及更換計畫」
- (2) 「沸水式核能電廠控制棒長程處理計畫第 5 版」
- (3) 核一廠運轉規範 3.9 「Refueling Operations」

- (4) 核一廠程序書 216「更換燃料」
- (5) 核一廠程序書 221「燃料填換台操作規程」
- (6) 核一廠程序書 OPER-19「燃料更換作業」
- (7) 核一廠程序書 OPER-21「燃料吊車吊運燃料期間每日核對表」
- (8) 核一廠程序書 OPER 28-A「大修停爐安全核對表」
- (9) 核一廠程序書 1027「燃料挪移期間之停機餘裕驗證」

## 2. 視察結果：

- (1) 台電公司於 101 年 11 月 5 日以電核發字第 10111062381 號函陳報本會之燃料匣鎖緊裝置斷裂肇因分析，說明相關改善措施。惟本次大修於燃料挪移期間共發現 C2F506、C1D110、及 C2F040 三根燃料鎖緊裝置(Fastener)受損或螺栓斷裂事件，相較前次大修(EOC-25 無受損紀錄)有增加情形，電廠應針對此現象再提出分析說明。本會前於 2 號機 EOC-24 大修後業開立注意改進事項 AN-CS-100-11 要求電廠對 Fastener 受損斷裂作肇因分析及改善方法，針對此次大修仍出現之類似情形，已要求台電公司根據此次狀況，詳細比對肇因分析報告，完整提出澄清說明，並研擬有效之解決方案。
- (2) 在控制棒葉片檢查與更換作業部分，核一廠 2 號機全爐心之 97 支控制棒中於大修前共有 57 支 D-215 型控制棒及 40 支馬拉松型控制棒。經查，此次大修前所擬定之「核一廠 2 號機 EOC-26 大修控制棒檢查及更換計畫」，係更換 2 支 D-215 型控制棒葉片及 1 支馬拉松型控制棒葉片，並分別檢查 4 支 D-215 型控制棒葉片及 4 支馬拉松型控制棒葉片，檢查結果發現 1 支編號 M517 馬拉松型控制棒葉片本次大修有新增裂紋紀錄，其餘 7 支則為未曾發現裂紋紀錄或曾有裂紋但後續檢查無新增裂紋者。有關 M517 之裂紋部分，依「沸水式核能電廠控

制棒長程處理計畫第 5 版」及控制棒葉片更換及處理原則評估結果，未達更換標準，毋需立即更換，但需納入追蹤檢查及監測，此部分電廠於本次大修之控制棒葉片檢查結果與處理方案中已載明將列入下次大修時追蹤檢查。本次查證電廠檢查結果與處理方式，符合所訂處理方案內容。

- (3) 5 月 1 日下午至反應器廠房 5 樓觀察燃料吊車執行第一階段燃料吊運情形，查證燃料吊運作業人員資格皆符合程序書 216「更換燃料」之要求，作業人員精神狀態良好，目視觀察反應爐與用過燃料池內無明顯異物影響燃料吊運作業安全。另至控制室查證燃料吊運作業前執行程序書 610「燃料填換連鎖功能試驗」之測試結果，發現燃料吊車及燃料填換台之連鎖功能正常，惟當時現場燃料挪移執行第 87 步燃料 C2E502 吊運，由爐心座標 05-10 吊運至 SFP 座標 AF-22 上方時，燃料吊車 Fault Detected 警報出現，Main Power、Motor Drive Ready、Bridge、Trolley 及 Main Hoist 紅燈亮，燃料吊桿無法下放，燃料挪移作業暫停。經台電公司查修未發現任何異常，研判係人員交接班攀爬進出 Trolley 時，誤觸燃料吊車緊急停止按鈕，以致燃料台車主電源跳脫。電廠針對本項已提出「大修經驗回饋文件通報表」(103-OP-02)之因應改善措施，並將現行之 FME 塑膠布封閉方式做適當修正，以避免以攀爬方式進出台車，應改經由 Bridge 人員進出口進出；另於 TBM 時提醒人員進出台車時避免碰觸台車電源之 STOP 按鈕。上述電廠已提出檢討改善措施作為第二階段燃料吊運之經驗回饋，以避免類似情形再發生。

- (4) 抽查大修前之燃料吊車操作與經驗回饋訓練紀錄，分別於大修前 4 月 11、18 日舉辦 2 梯次各 6 小時之訓練課程，內容包含燃料挪移專業化訓練與燃料更換作業流程，本次參與吊運作業之運轉值班人員皆有參加訓練。另於大修期間 4 月 29 日舉辦 2 小時的「第一階段燃料挪移作業人員注意事項及經驗回

饋」之職前講習訓練，以及 5 月 15 日舉辦 2 小時的第二階段燃料挪移作業人員之職前講習訓練。

- (5) 燃料挪移計畫第一階段有 147 步，第二階段則有 524 步，挪移步驟共有 671 步。分析結果最小的停機餘裕值為  $1.17\% \Delta k/k$ ，大於設計需求  $1.0\% \Delta k/k$ ，亦符合運轉規範要求 ( $>0.38\% \Delta k/k$ )，可以接受。

- (6) 此次大修燃料挪移階段發生退出爐心燃料無法於用過燃料池定位、水底攝影機無法執行畫面切換、異物入侵事件等 3 項異常狀況，視察結果說明如下：

5 月 19 日發生退出爐心燃料於用過燃料池定位高度有些微差異，經電廠評估該束燃料為退出之燃料，目視發現疑有燃料匣彎曲現象，在燃料池隔架之高度在 193"~194"之間（正常座落高度約 197"），電廠研判該束燃料在隔架中已達靜態平衡，燃料束之燃料匣與隔架的內側板接觸，因摩擦力而不會造成燃料束突然下墜約 3"的現象，即使下墜亦涵蓋在燃料束下墜事故的分析範圍內，此外電廠已將該燃料位於用過燃料池的狀況，列表進行管控。

5 月 22 日輔助吊運作業之水底攝影機無法執行畫面切換，然而台電公司於 101 年 11 月 5 日以電核發字第 10111062381 號函陳報本會之燃料匣鎖緊裝置斷裂肇因分析，說明相關改善措施有提及燃料吊車在爐內下降至 510 吋時，需觀察並錄影其相鄰燃料的鎖緊裝置是否有異常。台電已依替代措施當下立即暫停吊運作業，而水底攝影機畫面切換功能於當日檢修後恢復正常，故電廠仍按原定計劃更換爐內燃料及繼續燃料吊運作業，並未影響燃料吊運安全。

5 月 11 日控制棒葉片檢查期間發生 GEH 公司於爐心底板上方執行 18-15 控制棒葉片把手檢查時，檢查鏡頭玻璃片破裂而有

碎片掉落在爐心底板上情形。上述異物雖皆已移出爐心，本會仍於大修視察後會議紀錄要求台電公司除應檢討改善有關異物入侵防護作業外，加強審查 IVVI 檢測人員資格包括相關 NDE 訓練及同型電廠之工作經驗，以避免操作失誤而增加爐內組件損壞或異物入侵機率。

### 3. 結論與建議：

第(1)項有關燃料鎖緊裝置 Fastener 受損或螺栓斷裂事件，經查本會曾於 2 號機 EOC-24 大修後開立注意改進事項 AN-CS-100-11 要求電廠對 Fastener 受損斷裂作肇因分析及改善方法，此次大修出現類似情形，已開立注意改進事項編號 AN-CS-103-010 要求電廠比對肇因分析報告作進一步澄清說明及改善作為。

第(2)項有關控制棒葉片檢查與更換作業方面，控制棒 M517 新增裂紋已依「沸水式核能電廠控制棒長程處理計畫第 5 版」進行評估，評估結果毋需立即更換，可繼續留在爐心使用，且電廠將列入 EOC-27 大修時追蹤檢查。

第(3)~(4)項有關燃料挪移期間吊車失電異常事件研判係人員交接班攀爬進出 Trolley 時，誤觸燃料吊車緊急 Stop 按鈕，致燃料台車主電源跳脫。該事件電廠已提「大修經驗回饋文件通報表」，對燃料吊車人員進出台車時注意事項進行宣導。

第(5)~(6)項本次查證在燃料挪移前之準備作業及燃料挪移期間之停機餘裕分析，其作業基本上符合電廠程序書規定。對於燃料挪移階段發生退出爐心燃料無法於用過燃料池定位、水底攝影機無法執行畫面切換、異物入侵事件等異常狀況，電廠已採取改善或管控措施，並無安全顧慮。其中異物入侵事件已納入本次大修再起動管制事項，並經電廠承諾改善，其他項目已請電廠自主管理。

## (六) 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作為冷卻後，再回到廠用寒水機進行冷卻，如此閉路循環。

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，由安全相關之寒水系統持續運轉，以維持事故發生後廠房重要設備區域包括主控制室、開關設備室、CSCW 廠房及乾井等區域之空調冷卻，以維持設備操作正常。

鑑於核能電廠安全相關區域空調系統之可靠性攸關電廠運轉安全甚鉅，本次視察，乃參照核一廠程序書 722.1「廠用寒水機 (YORK 牌 MTD-85) 檢修工作程序書」執行 2 號機安全相關廠用寒水機 WC-4 維護作業查證，同時參照核一廠程序書 722.5「#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 功能試驗作業查證，以確保該寒水機運轉功能正常。

### 1. 視察依據：

(1)核一廠程序書 722.5「#3、4 號寒水機功能試驗」

(2)核一廠程序書 611.5.1「安全有關寒水系統儀器校正」

### 2. 視察結果：

(1)依據程序書 722.5「#3、4 號寒水機功能試驗」第 6.5 節及第 6.6 節查證寒水機 WC-3 控制迴路計時器 10RT/R3/RT1/RT2 及計時器 2TR-1~5 等動作時間測試作業，測試結果均符合接受標準。

- (2)依據程序書 722.5「#3、4 號寒水機功能試驗」第 6.20 節查證寒水機 WC-3 起動程序測試作業，發現於跨接 2TR1 接點後，重新起動壓縮機時，WC-3 控制盤面上之 AOP(1L)指示燈會亮起，但該程序書並未要求執行相關指示燈查證。
- (3)依據程序書 611.5.1「安全有關寒水系統儀器校正」附表一及附表二查證寒水機 WC-3/4/5 低流量開關 FSL-130-3、FSL-130-4、FSL-130-21、流量指示器 FI-130-54 及寒水泵 P-105-1G/1F 高差壓指示開關 DPISH-130-5 等校正及功能測試作業，測試結果均符合接受標準。
- (4)依據程序書 611.5.1「安全有關寒水系統儀器校正」第 6.2 節查證有關寒水機 WC-3 低流量測試作業，發現測試人員於執行第 6.2.6 節以三用電錶 AC 電壓檔接於計時器 R3 的 L1 及 L2 端時，誤將三用電錶 AC 電壓檔接於計時器 R3 跨接端子，導致模擬測試失敗，顯示相關測試之執行，並未能確實落實雙重確認，以確認執行步驟之正確性。
- (5)依據程序書 611.5.1「安全有關寒水系統儀器校正」第 6.5 節查證有關寒水泵高差壓測試作業，發現測試步驟第 6.5.5 節執行寒水泵 P-105-1G/1F 高差壓指示開關 DPISH-130-5 模擬差壓測試時，並未明確說明操作 DPISH-130-5 高壓端壓力升至  $4.85 \text{ kg/cm}^2$ ，以模擬相關差壓信號。
- (6)抽查程序書 611.5.1「安全有關寒水系統儀器校正」附表一有關寒水泵 P-105-1G/1F 高差壓指示開關 DPISH-130-5 校正紀錄時，發現該程序書說明 DPISH-130-5 差壓設定點為  $4.85 \pm 0.2 \text{ kg/cm}^2$ ，與程序書 511.2.2「H11-P601 (中盤)-6A2」說明第 20 號警報窗“CHILLED WTR PUMP 1F/1G DISCH FLOW LOW”設定點為  $4.85 \pm 0.07 \text{ kg/cm}^2$  之差壓容許誤差值不一致。



### 3.結論與建議：

- (1)程序書 722.5 第 6.20 節有關寒水機起動程序測試作業，發現於重新起動壓縮機時，程序書並未執行 AOP(1L)指示燈是否亮起之查證，電廠應再檢討程序書之完整性。
- (2)核一廠执行程序書 611.5.1 有關寒水機 WC-3 低流量測試作業時，發現測試人員以三用電錶 AC 電壓檔接於計時器 R3 的 L1 及 L2 端時，未落實雙重確認，誤將三用電錶 AC 電壓檔接於計時器 R3 跨接端子，導致模擬測試失敗，電廠應加以檢討改進。
- (3)程序書 611.5.1 執行寒水泵 P-105-1G/1F 高差壓指示開關 DPISH-130-5 模擬差壓測試時，發現該程序書並未明確說明差壓模擬步驟，同時，相關差壓容許誤差值與程序書 511.2.2 並不一致，電廠應再檢討程序書之完整性。

以上缺失已發注意改進事項編號 AN-CS-103-006 要求電廠檢討改進。

#### (七) ECCS 及 RCIC 系統維護及測試查證

核一廠反應爐緊急爐心冷卻水系統(ECCS)屬於 BWR 的特殊安全設施，主要設計目的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，同時配合一次圍阻體與二次圍阻體，共同限制放射性物質外洩，以保護周遭民眾及其財產免受輻射傷害。主要之反應爐 ECCS 系統計包括高壓注水系統(HPCI)、自動洩壓系統(ADS)、爐心噴灑系統(CS)及餘熱移除系統(RHR)等。電廠為驗證大修結束後，相關 ECCS 系統及柴油發電機功能是否正常能符合終期安全分析報告 (FSAR) 之分析與要求，因此須執行假設喪失外電及斷管失水狀況下之安全系統整體測試 (LOOP/LOCA)，以確保核能電廠之安全。

另反應爐爐心隔離冷卻系統(RCIC)雖設計上並不屬於 ECCS 支系統，但當反應爐發生小管路破管事件，反應爐與主冷凝器之間受到隔離，而飼水系統無法供給補充足夠水源時，RCIC 系統則可利用反應爐之餘熱蒸汽為動力，補充冷卻水到反應爐，使反應爐得以維持冷卻。

鑑於核能電廠安全系統之可用性攸關電廠運轉安全，本次視察有關 ECCS 系統整體性測試乃參照核一廠程序書 606.9.A「第 5 台柴油發電機對 3 號 4kV 匯流排之 ECCS 及模擬喪失外電功能測試」、606.7「緊急爐心冷卻系統整體性與柴油發電機運轉週期性測試」執行 ECCS 系統於模擬 LOOP/LOCA 信號下驗證 ECCS 動作是否正常及柴油發電機功能與緊急負載能依時序自動起動等進行查證，此外，另針對 709.1「高壓注水冷卻系統維護」執行安全相關 HPCI 輔助油泵及真空泵拆解檢查與回裝維護作業查證，同時參照核一廠程序書 602.2.10.1.5「爐心噴灑系統 A 啟動運轉功能測試」、程序書 602.2.6.1.1「RCIC 蒸汽管路高流量及低壓力之功能測試程序(18 個月執行)」及程序書 602.2.6.5「RCIC 汽機高排氣壓力、汽機排氣膜片高壓力及泵浦進口低壓力功能測試程序」分別執行運轉技術規範 Table 3.3.5.1-1 第 1a~1e 項之爐心噴灑系統 A 串反應爐低水位、乾井高壓力、反應爐低壓力允許注水、爐心噴灑泵出口低流量旁通及爐心噴灑泵啟動延遲電驛等邏輯功能測試作業查證，以及執行運轉技術規範 Table 3.3.6.1-1 第 4a~4c 項之 RCIC 蒸汽管路高流量、RCIC 供給蒸氣低壓力及 RCIC 汽機排氣膜片高壓力等邏輯功能測試作業查證，查證相關系統於接受到自動引動信號時，控制功能皆能正常動作。

#### 1.視察依據：

- (1) 核一廠運轉技術規範 SR 3.3.5.1.6 及 SR 3.3.6.1.7
- (2) 核一廠程序書 709.1「高壓注水冷卻系統維護」
- (3) 核一廠程序書 602.2.10.1.5「爐心噴灑系統 A 啟動運轉功能測試」

- (4) 核一廠程序書 602.2.6.1.1「 RCIC 蒸汽管路高流量及低壓力之功能測試程序(18 個月執行) 」
- (5) 核一廠程序書 602.2.6.5「 RCIC 汽機高排氣壓力、汽機排氣膜片高壓力及泵浦進口低壓力功能測試程序 」
- (6) 核一廠程序書 606.9.A「 第 5 台柴油發電機對 3 號 4kV 匯流排之 ECCS 及模擬喪失外電功能測試 」
- (7) 核一廠程序書 606.7「 緊急爐心冷卻系統整體性與柴油發電機運轉週期性測試 」

## 2.視察結果

- (1)抽查程序書709.1「高壓注水冷卻系統維護」維護作業之量測儀器(含工具),經抽查使用於量測泵軸偏轉量之偏心量測儀,其校正日期均在有效期限內。同時,抽查使用於量測各項組件間隙之內外徑分厘卡及游標卡尺,其校正日期亦在有效期限內。
- (2)依據程序書709.1「高壓注水冷卻系統維護」查證有關HPCI輔助油泵、真空泵及真空槽之維護作業,發現該程序書於執行輔助油泵維護作業時,並未詳述輔助油泵組件分解及組合之各項維護查證執行步驟。同時,原規劃執行之真空槽檢查作業,程序書亦未詳述相關檢查步驟及查證項目。
- (3)依據程序書602.2.10.1.5「爐心噴灑系統A啟動運轉功能測試」執行運轉技術規範Table 3.3.5.1-1第1a~1e項之爐心噴灑系統A串反應爐低水位、乾井高壓力、反應爐低壓力允許注水、爐心噴灑流出口低流量旁通及爐心噴灑泵啟動延遲電驛等邏輯功能測試作業查證,測試結果,運轉技術規範Table 3.3.5.1-1第1a~1e項各項邏輯功能均正常動作,測試結果均符合SR

#### 3.3.5.1.6測試要求。

- (4)依據程序書602.2.10.1.5「爐心噴灑系統A啟動運轉功能測試」測試步驟第6.10.2節說明須執行延時電驛E21A-K16A賦能時間驗證，惟電廠並未將執行賦能時間驗證所需之馬錶表列於第5.0節測試設備中。
- (5)程序書602.2.10.1.5「爐心噴灑系統A啟動運轉功能測試」測試步驟第6.13~6.15節分別進行E21-S11A轉至“TEST”位置操作及進行E21-S13A與E21-S12A轉至“NORMAL”位置操作，但並未執行相關E21-K3A電驛失能及E21-K2A電驛與E21-K4A電驛賦能驗證。
- (6)依據程序書602.2.6.1.1「RCIC蒸汽管路高流量及低壓力之功能測試程序(18個月執行)」及程序書602.2.6.5「RCIC汽機高排氣壓力、汽機排氣膜片高壓力及泵浦進口低壓力功能測試程序」執行運轉技術規範Table 3.3.6.1-1第4a~4c項之RCIC蒸汽管路高流量、低壓力及汽機排氣膜片高壓力等邏輯功能測試作業查證，測試結果，運轉技術規範Table 3.3.6.1-1第4a~4c項各項邏輯功能均正常動作，測試結果均符合SR 3.3.6.1.7測試要求。
- (7)查證電廠依據程序書602.2.6.1.1「RCIC蒸汽管路高流量及低壓力之功能測試程序(18個月執行)」執行RCIC管路低壓力邏輯功能測試，發現電廠參閱程序書附圖（二）分別執行PSL-E51-N019A/C及PSL-E51-N019B/D管路低壓力監視開關功能測試之儀器佈置時，因應測試壓力監測，於No.10閥裝置壓力指示器，惟相關佈置操作並未詳述於程序書中。
- (8)查證電廠依據程序書602.2.6.5「RCIC汽機高排氣壓力、汽機排氣膜片高壓力及泵浦進口低壓力功能測試程序」執行RCIC汽機排氣膜片高壓力邏輯功能測試時，為防止E51-FF101之SV賦

能，TTV在無蒸汽緩衝下跳脫開關，造成Valve seat及plug損傷，程序書於測試步驟第6.2.1節說明拆除 H11-P621盤AA-88之外線(有色線)，並將該外線接上三用電錶對地量測電壓約為0 VDC，但由於汽機跳脫之E51-K8電驛於測試前即因管路低壓力引動相關隔離邏輯而賦能，致E51-C002內之coil R接點閉合，因此，於拆除H11-P621盤AA-88之外線後，H11-P621盤AA-88之外線對地實際電壓應約為-65VDC，而非0 VDC。

(9)查證電廠依據程序書602.2.6.5「RCIC汽機高排氣壓力、汽機排氣膜片高壓力及泵浦進口低壓力功能測試程序」執行RCIC汽機排氣膜片高壓力邏輯功能測試時，由於測試前RCIC即因管路低壓力引動相關隔離邏輯，因此，該程序書乃於測試步驟第6.3.1.1節分別拆除H11-P618盤CC-71/CC-67及H11-P621盤BB-85/BB-87有色線，以隔離RCIC管路低壓力信號，但後續並未重新再執行RCIC隔離復歸動作。

(10)經查證電廠緊急柴油發電機執行LOOP/LOCA 測試程序書609.6.3A，發現EDG於接獲LOOP/LOCA訊號時會將AH 28-35跳脫，但測試程序書未見相關檢查步驟，電廠應澄清是否尚有其他設備會被LOOP/LOCA訊號引動，但未納入相關程序書內容之情事。

(11)經查證電廠緊急柴油發電機LOOP/LOCA 測試程序書606.7、606.9A等，發現程序書均要求須執行驗證EDG在加載過程中其頻率與電壓均須在規定時間內恢復正常，但程序書僅以打勾表示合格，而未記錄確實時間。

(12)5號緊急柴油發電機長久搭配2號機進行大修，因此相關測試係跟隨2號機匯流排及ECCS 系統進行測試，但1號機則未納入測試，電廠雖可利用OVERLAP概念解釋測試完整性，但1號機長久未曾利用5號EDG 測試相關匯流排ECCS 系統負載能

力，電廠應思考此方式之合適性。

### 3.結論與建議：

- (1)程序書709.1有關HPCI系統之輔助油泵、真空泵及真空槽維護作業，程序書並未詳述輔助油泵組件分解及組合之各項執行步驟，且未詳列真空槽檢查步驟及查證項目，電廠應再檢討程序書之完整性。
- (2)核一廠執执行程序書602.2.10.1.5有關爐心噴灑系統A啟動運轉功能測試時，該程序書並未將執行延時電驛E21A-K16A賦能時間驗證所需之馬錶表列於測試設備中，同時於測試步驟第6.13~6.15節操作E21-S11A/S12A/S13A時，並未執行相關電驛E21-K2A/K3A/K4A動作驗證，電廠須再檢討程序書之完整性。
- (3)核一廠執执行程序書602.2.6.1.1有關執行RCIC管路低壓力開關PSL-E51-N019A/C及PSL-E51-N019B/D邏輯功能測試時，因應測試壓力監測，於No.10閥裝置壓力指示器，但相關佈置操作並未詳述於程序書中，電廠有必要再檢討程序書之完整性。
- (4)核一廠執执行程序書602.2.6.5有關執行RCIC汽機排氣膜片高壓力邏輯功能測試時，由於測試前RCIC即因管路低壓力引動相關隔離邏輯，程序書測試步驟第6.2.1節為防止E51-FF101之SV賦能，於拆除 H11-P621盤AA-88之外線後，經三用電錶量測該外線對地之實際電壓約為-65 VDC，但程序書卻誤植為0 VDC，且測試步驟第6.3.1.1節分別拆除H11-P618盤CC-71/CC-67及H11-P621盤BB-85/BB-87有色線，以隔離RCIC管路低壓力信號，但後續並未重新再執行RCIC隔離復歸動作，電廠應再檢討程序書之完整性。
- (5)核一廠執行緊急柴油發電 LOOP/LOCA 測試程序書609.6.3A、606.7及606.9A，發現有部分設備被引動但未列入程

序書查證項目中，電廠有必要再檢討程序書之完整性，另於緊急柴油發電機於測試加載過程中其頻率與電壓均須在規定時間內恢復正常，但程序書僅以打勾表示合格，而未記錄確實時間，電廠應檢討程序書紀錄之完整性。

以上缺失已發注意改進事項編號 AN-CS-103-005 及 AN-CS-103-007 要求電廠檢討改進。

#### (八) 保護電驛及控制開關維護查證

電廠保護電驛是用於檢測系統設備的故障，以達到監控各項運轉不正常的狀況。而正常電驛的使用通常在其動作後即會有相關設備引動、跳脫及產生警報，或僅有警報而不引動。在系統要求執行的功能，電驛必須要正確且依時動作，所以在系統設備的設計上，電驛必需在系統中所有可能發生預期的狀態皆能動作，方能達到保護的功能。故單一電驛之維護，將影響系統的穩定性。藉由本查核項目，深入瞭解電廠平時大修維護保養相關電驛之執行情形，期精進相關作業。

另鑑於核一廠 1 號機緊急柴油發電機 102 年曾發生 BKR 控制開關投入卻無法併聯及 ISOCH/DROOP 開關切換定位不良等問題，造成測試失敗；2 號機第 25 次大修後機組初次併聯運轉前，也曾發生插棒降壓期間因開關切換之接點不良情況，造成反應器模式開關切換後引發 RPS 及 PCIS 非預期動作，故將相關控制開關列為本次查核項目。同時於本次大修更換新的模式開關時，亦派員現場查看 758.3.2「驗證反應器模式開關可靠度之程序書」之執行情形。

##### 1. 視察依據：

(1) 程序書 758.1.2/3/4/5「奇異 HFA 型電驛檢查」(核機儀控課/一般儀控課/儀控校驗課/反應器儀控課)

(2) 程序書 758.9 奇異 HFA 型電驛檢查 (電氣部份)

- (3) 程序書758.2/758.2.1延時電驛測試檢查程序書（儀控組/電氣組）
- (4) 程序書758.3/758.3.1 GE SBM 型控制開關檢查程序（儀控組/電氣組）

## 2. 視察結果：

- (1) 5月2日查GE之SBM型控制開關之大修維護情形，發現電廠程序書758.3.1「GE SBM 型控制開關檢查程序」，未將EDG及5號EDG之現場同型控制開關檢查納入程序書，經提醒電廠人員，於5月23日再查雖已於5月15日將EDG部分納入程序書729.2「緊急柴油發電機維護檢查程序(電氣部份)」執行，而5號EDG部分，仍有未納入相關程序書且未執行相關開關之維護保養。
- (2) 發現5號EDG之通風系統盤內之部分延時電驛之校正仍未執行，且未納入程序書758.2.1「延時電驛測試檢查程序書」。
- (3) 依據程序書758.2「延時電驛測試檢查程序書」，其中CS系統之5秒延時電驛為K16A&B，其延時電驛之校正範圍為5秒 $\pm$ 1秒，該電驛屬奇異CR2820型，而依程序書步驟3.10所述該型電驛準確度應為設定值之 $\pm$ 10%，換算後為 $\pm$ 0.5秒。
- (4) 5月14日查看電廠依據程序書758.2.1「延時電驛測試檢查程序書」執行校正情形，發現已執行之維護查證表(一)中，其中MCP-120-9編號：DVCOR電驛，校正後3次數值仍有一次為4.401秒(誤差在0.4秒內)，不在容許誤差範圍內，但仍取其數據，平均後為最後校正值，與程序書中步驟3.9說明”於調整後需做3次測試（每次皆在容許誤差內）取其平均值為校後值”之規定不符。
- (5) 另同上程序書758.2.1步驟6.6.5.9之維護查證表(一)中需測量



電驛個別瞬時接點導通之電阻，發現部分需執行瞬時接點導通者，程序書標示”NA”，不需執行瞬時接點導通者，卻需填寫量測值。

- (6) 依程序書 758.1.2/3/4/5 及 758.9「奇異 HFA 型電驛檢查」，與758.6.1/2/3/4 及758.10「奇異 HGA 型電驛檢查」，在針對接觸器接點清潔之工具，皆非程序書步驟 6.7 所指接點清潔擦拭工具（名稱為 P.K NEUSES INC 製的 CB5 型），查證電廠電氣組或儀控組之現場作業，皆使用一橡皮工具或擦拭棒用來取代原廠之 CB5 型清潔工具。

### 3. 結論與建議：

針對第(1)、(2)項缺失，已要求核一廠於 2 號機機組大修後再起動前補做，並再清查是否有其他安全設備之控制開關或延時電驛，有遺漏未維護保養或校正問題。電廠雖已於起動前完成初步清查及補行檢查校正，另承諾大修後將逐一核對以往 DCR，以達到清查的完整性，本會已再要求將清查結果報會。

第(3)項缺失，電廠雖說明此符合 T.S.之要求 4~6 秒，且程序書有註明：請儘量調在 4~4.5 秒內以配合 ECCS 整體測試，惟仍無法澄清如何符合廠家規範，且數據如偏移過大亦有可能為元件老化或故障問題，故請電廠再研議其校正標準之適當性。

有關第(4)項缺失，因電廠品質組人員亦在現場(該項非查證點)，該項已要求重新執行校正，並請務必遵守程序書；第(5)項缺失已要求有問題部分，需再查 CWD 圖確認者，即停止執行，待程序書提 PCN 後再繼續執行程序書。

第(6)項缺失確未依程序書執行，但電廠相關組皆認為依運轉經驗，現行保養方式更能確保設備之可靠，故要求相關組

討論後請再說明及評估其可取代性，如屬可行，則要求納入程序書。

除第(5)項缺失已要求立即改善，餘缺失已發注意改進事項編號 AN-CS-103-008 要求電廠檢討改進。

#### (九) 違規注改備忘錄及核管案件後續改善情形

針對本次 2 號機 EOC-26 大修 153 項目所列違規注改備忘錄及核管案件後續改善情形查證重點包括：

- (1) 注意改進事項編號 AN-CS-102-002「NTTF 2.3 地震巡查視察發現之改進事項」
- (2) 注意改進事項編號 AN-CS-102-014「1 號機 EOC-26 大修控制棒檢查及燃料挪移視察發現之改進事項」
- (3) 注意改進事項編號 AN-CS-102-015「1 號機 EOC-26 大修 ISI/IST 視察發現之改進事項」
- (4) 核能電廠備忘錄編號 CS-會核-99-10「更換抗燃料匣彎曲能力較優之鋳 4 合金燃料匣」
- (5) 核能電廠備忘錄編號 CS-會核-99-11「DCR-C2-3432 安全有關防火區密閉濕式灑水頭裝置高度改善及集熱板拆除」
- (6) 核能電廠備忘錄編號 CS-會核-102-05「1 號機 EOC-26 大修 ISI/IVVI 視察建議及澄清事項」
- (7) 核能管制案件編號 CS-0-9901「更新 AC/DC MCC」

#### 1. 視察依據

- (1) 程序書 153「核一廠機組大修後再起動查核管制程序」
- (2) 程序書 795.10.1「地震現場巡視作業程序書」

## 2. 視察結果

- (1) 本次大修有關注意改進事項編號AN-CS-102-002「NTTF 2.3 地震巡查視察發現之改進事項」共有23項，現場會同電廠品質處與核安處稽查小組抽查14項須補強改善或不可接近區域之設備錨定螺栓狀況，其中發現在聯合廠房安全相關緊要匯流排SG-480V-3/4AS、4kV-3/4S等電氣箱體銲接與錨定螺栓施工圖面與現場巡視結果不符；另SG-480V-3/4AS、4kV-3/4S盤相連之5th DG盤面無法開啟確認焊接形式；以及反應器廠房EL-0.83' RHR Corner Room的RK-H21-P35/36S兩基座角鋼受環境影響皆有鏽蝕情形。
- (2) 查證注意改進事項編號AN-CS-102-014「1號機EOC-26大修控制棒檢查及燃料挪移視察發現之改進事項」，有關電廠是否落實追蹤控制棒之滾輪結構劣化問題，本次大修分別檢查4支D-215型控制棒葉片及4支馬拉松型控制棒葉片，檢查結果發現1支編號M517馬拉松型控制棒葉片本次大修有新增裂紋紀錄，其餘7支則為未曾發現裂紋紀錄或曾有裂紋但後續檢查無新增裂紋者，並開立NCD持續追蹤機制良好，無異常情形。
- (3) 查證注意改進事項編號AN-CS-102-015「1號機EOC-26大修ISI/IST視察發現之改進事項」，有關電廠是否落實補行尚未完成第四個十年營運檢測計畫之檢測項目，經查本次2號機EOC-26大修須完成10項B-D類別銲道，惟有3口RPV-N07/09A管嘴內側圓弧區域UT檢測，因有部分檢測探頭直徑小於EPRI認證程序書PDI-UT-11之0.75吋要求，以至本次大修不及執行檢測；另RPV-N07A爐蓋殼側銲道UT檢測，現場發現檢測範圍未完整依Code執行，且未檢測之管嘴區域目前無EPRI能力驗證方法可供執行。
- (4) 查證核能電廠備忘錄編號CS-會核-99-10「更換抗燃料匣彎曲能力較優之鋳4合金燃料匣」，經查本次大修2號機第27次燃料

週期之燃料廠家RLA報告評估結果顯示仍留有2支鋁2合金燃料匣燃料，因此台電公司依照燃料廠家之建議進行爐心挪移更換燃料，惟與原備忘錄承諾於本次大修更換完成不符。

- (5) 查證核能電廠備忘錄編號CS-會核-99-11「DCR-C2-3432安全有關防火區密閉濕式灑水頭裝置高度改善及集熱板拆除」，原承諾於本次大修將全部集熱板拆除，並改善防火區密閉濕式灑水頭裝置高度，惟本次大修僅拆除蓄電池室防火區集熱板，與原備忘錄承諾不符。
- (6) 查證核能電廠備忘錄編號CS-會核-102-05「1號機EOC-26大修ISI/IVVI視察建議及澄清事項」，去(102)年2月13日2號機曾發生Recirc. Venting line焊道洩漏事件，造成機組降載停機檢修，因此本次2號機EOC-26大修DCR-C2-3461於進出口閥Venting line加裝支架，電廠除對管路支架進行PSI之PT檢測外，亦主動對屬B31.1之Venting line管路焊道進行檢測，確認相關管路焊道之完整性。
- (7) 查證核能管制案件編號CS-0-9901「更新AC/DC MCC」，有關MCC盤部分EQDP完整性之建置，因應中幅度功率提升及延役案，預計於104年1月前完成2部機共14盤DC MCC(每部機7盤)及1盤AC MCC之汰換，此AC MCC盤送核研所EQ/SQ檢証，以取得EQDP 文件。經查汰換下MCC盤目前送核研所的AC/DC 各1盤MCC 以檢證40年壽命為符合目前持照期限。

### 3. 結論與建議：

在本次2號機EOC-26大修153項目所列違規注改備忘錄及核管案件後續改善情形查證方面，針對第(1)項視察結果，已函覆核管案件CS-JLD-10105-a(Rev.3)，要求台電公司針對前述問題再澄清說明，並將改善成果修訂於2號機NTTF 2.3地震巡查報告內容；針對第(3)項視察結果，已函覆注意改進事項AN-CS-102-015(Rev.3)，要求台電公司

除應提出改善方案外，亦須於下次大修完成檢測；針對第(4)項缺失，已函覆備忘錄編號 CS-會核-99-10-6，要求電廠提出未完成之原因並澄清說明相關控制棒摩擦力測試結果；針對第(5)項缺失，已函覆備忘錄編號 CS-會核-99-11-3 及 4，要求台電公司在未能依據 NRC IN-2002-24 之要求提供相關支持文件，以說明消防噴灑頭安裝集熱板之效益下，仍應依原承諾要求執行相關改善，以符合 FSAR 9.5.1 之要求，以上缺失皆由原注意改進事項及備忘錄持續追蹤，要求電廠檢討改進。

## 六、大修廢料營運視察

### (一)視察目的

為監督核一廠2號機EOC-26大修期間，有關放射性廢棄物作業安全與營運品質，促使有效抑減固體及液體廢棄物產量。本會於核一廠大修期間成立檢查小組，並配合視察計畫於103年4月24日召開視察前會議，針對大修期間在廠務管理方面，須注意台電公司修護處大型工具箱進出時，是否有化學品留置現場情形。另有關放射性廢棄物之抑減、污染區之廢棄物分類與管控、注意是否有異常洩水等，俾確保機組大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。本次大修檢查項目規劃如下：

- 1.廢棄物處理廠房廠務管理
- 2.廢棄物營運品保稽核
- 3.有機化學品攜入攜出管制
- 4.乾性廢棄物廠內運送作業管制
- 5.乾性廢棄物接收、分類及抑減管制
- 6.系統洩水管制作業

### (二)視察人日

此次大修廢棄物營運檢查排定檢查日期，係自103年5月7日至5月23日期間執行，合計4天、共計20人日。

### (三)視察結果

#### 1. 廢棄物處理廠房廠務管理

- (1) 本次機組大修開始時，廠方於4月28日召開大修工作協調會，有關廢棄物處理宣導列於會議紀錄。另廢料處理組於電廠內部網路，亦針對廢棄物的盛裝、大型工具與一般工具盛裝、洩水盛裝等事項管理加強宣導。
- (2) 在主管制站出入口巡查時，有保健物理人員針對攜入攜出的物品進行管制。在攜入物品的部分會要求清除多餘的包裝，以達到廢棄物減廢的績效；在攜出物品的部分，對於盛裝物品的工具袋則以箱型偵檢器加強量測，當量測活度低於300 Bq/kg時，才得以放行。
- (3) 在汽機廠房巡查時，發現電廠於管制方面另有新的措施。對於大修期間尚在運轉的設備，例如反應器廠房冷卻水系統的熱交換器(CSCW Heat Exchanger)除掛上三角倒立黃色注意標語，另以告示牌提醒同仁，本設備須保持可用。
- (4) 在汽機廠房與T11門巡查時，其工作人員對於使用過的廢油，確實依程序158.1規定，將其裝入貼有「使用過非燃料用油」的藍色桶子內。此外，對於廠房內部清理出來的待除污物件，先將其放置在除污間走道旁的內分櫃中，並實施圍籬管制。
- (5) 在汽機廠房3樓(73.83呎)巡查時，靠近發電機葉片轉子維修區旁的送電盤，發現一張非本次大修時申請的臨時用電接線卡，且下方接電用管路的纏繞膠帶已鬆脫。此項發現顯示電

廠對於工安用電的管制有疏漏之處，當下即告知陪檢的電廠同仁通知修配組進行改善。

- (6) 在聯合廠房 17.33 呎巡查時，位於控制棒驅動泵(CRD Pump)2B 系統走道旁，發現裝有鞋套與塑膠手套的盛裝袋隨意放置，且各有一隻鞋套與塑膠手套散落在牆面的管線下方。雖電廠的陪檢同仁告知此為清潔的輻防衣物，但顯示廠方對於清潔衣物的管理仍有疏漏，當下已請其派員收至適當的穿戴區域。

## 2.廢棄物營運品保稽核

- (1) 查閱核安處駐廠安全小組對於大修作業所提出之查核報告，其中主要的查核範圍為放射性廢液排放管制、大修期間洩水管制、有機化學品攜入攜出管制及低放射性廢棄物廠內運送查核等項目。其中大多數查核結果均符合要求，少數不符合要求之稽查發現亦能於事後完成缺失改善。
- (2) 比對核安處之稽查報告與相關紀錄文件，發現少數查核內容與其對應之紀錄文件並不相符，詳述如下：

化學品管制之查核內容第 5 項，核安處稽查人員於 5 月 5 日上午於汽機廠房 3 樓，發現包商榮福人員使用之清潔潤滑油 WD-40 表面貼有管制標籤(編號：10317910002)。然而查閱化學品攜入攜出管制紀錄，發現該編號申請單之申請廠商為宏昌機械公司，使用地點為汽機廠房 1 樓及 2 樓，與稽查報告內容不一致。由於該化學品已於 5 月 21 日攜出結案，故無法加以確認是否為稽查人員記錄錯誤，抑或是該化學品在攜入管制站後，遭其他包商借用而離開原先之申請使用範圍。

化學品管制之查核內容第 6 項，稽查人員於 5 月 5 日下午於汽機廠房 3 樓，發現包商裕潔人員使用之清潔潤滑油 WD-40

表面貼有管制標籤(編號：10302060001)。然而查閱該編號之化學品攜入攜出管制紀錄，發現該申請單之化學品已於1月21日攜出結案，且申請廠商及使用地點均與申請紀錄不一致，故懷疑應是稽查人員記錄錯誤，故通知核安駐廠安全小組確認。

經過確認，稽查人員表示正確的申請單編號應為10317100023，查核報告之編號應為誤植，經本會視察人員告知後已完成修正。然而查閱編號1031710之化學品攜入攜出管制紀錄，發現申請廠商為璟鋒工程，亦與稽查報告內容不一致。與前項檢查發現相同，該編號化學品已於5月7日攜出結案，故無法確認是否為稽查人員記錄錯誤，抑或是該化學品在攜入管制站後，遭其他包商借用。

化學品管制之查核內容第8項，稽查人員於5月6日下午於汽機廠房1樓，發現包商明智機電人員使用之松香水及樹酯表面貼有管制標籤(編號分別為10317960001與10317970001)。然而查閱化學品攜入攜出管制紀錄，發現編號1031796之申請化學品為樹酯；編號1031797之申請化學品為油漆，與稽查報告內容不一致。對此，已通知核安駐廠安全小組修正報告內容。

針對A包商申請化學品攜入，之後卻遭B包商借用之情事，廠方表示大修期間，現場作業繁雜且人員出入複雜，確實難以落實管制；僅能從總量管制著手，管控全數化學品之攜入量，以避免各項洩水之TOC超出標準。

- (3) 在自主管理的品保作業方面，台電核安處對於本次大修執行之稽核作業，符合品保作業之稽查要求，對核能電廠相關作業品質提昇有正面助益。



- (4) 現場巡視汽機廠房 1 樓，發現一緊急沖眼器鏽蝕情形嚴重，當下即請陪檢人員聯絡相關部門，儘速改善。
- (5) 查證高劑量廢棄物桶之廠內運送作業，發現廠方先將劑量率最高(約 40 mSv/hr)之廢棄物桶搬上屏蔽貨櫃，之後才搬其它劑量率較低之廢棄物桶，造成周圍人員在作業過程中接受較高之輻射劑量。因此建議廠方應將高劑量桶最後搬出，或是高劑量桶搬上貨櫃後，將屏蔽回關至遮蓋高劑量桶處，以降低周圍的空間劑量，達到 ALARA 之精神。

### 3.有機化學品攜入攜出管制

- (1) 依據程序書編號 105.18.14，對化學品正確性之使用及相關申請攜入（出）之規定，查閱本次大修前辦理之訓練及宣導情形，經查已分別利用各組組務會議、各承攬廠商開工前重點講習、協調會議以及工具箱會議中陸續辦理完成。宣導對象包含廠內員工、各承攬商負責人及工作人員、工安管理人員及核二廠支援人員等，其各項訓練教材紀錄均有留存備查；此外，經查本次大修起至 5 月 22 日止，並未發現違規使用而違反程序書 956 之裁罰情事發生。
- (2) 現場巡查 2 號機（T-11 門）旁工具箱編號為 RW-065S 及 RW-066S 內之暫存化學品庫存量，此庫存量係因辦理攜出結案時，因偵測其容器表面遭受汙染且大多為油漆及金剛砂，故可再利用接續工程使用，目前均統一集中暫存於前述兩只工具箱內共計 78 件，其中 30 件以借用登記方式開放各單位再利用，俟用畢後偵測容器表面汙染程度再行後續處理，廠方對此暫存化學品管控成效良好。
- (3) 現場巡查汽機廠房三樓置放修護處專用之貨櫃內各類化學品，貨櫃編號為：MS-TB001、MS-TB002、MS-TB003 共 3 只，經查修護處對每只貨櫃內之各類化學品，已指派專人負

責管制，該員對各類化學品的數量、使用或存放情形，均自行詳載登錄並隨時至現場查核及清點，此外，抽查 3 只貨櫃內各類化學品均未發現有不符規定之情事。

- (4) 現場巡查汽機廠房三樓置放電氣組發電機專用貨櫃內之各類化學品，發現 4 公升裝之機油桶的容器外，同時各張貼有管制標籤條碼及分裝容器標籤。另在一樓空壓機房列屬修配組一般機械課之工具箱(編號 MS-074S)內，亦發現有機油、透平油等化學品張貼舊式管制標籤。上述發現均已請廠方陪同人員查明並予以補正處理。
- (5) 現場巡查廠房內正進行維修施工之人員，其使用之化學品或可燃類等，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。此外，氣體鋼瓶或可燃類化學品，亦妥善予以鐵鍊或繩索固定住，存放地點均獲工安組核可驗章，未發現有不當攜入、使用或存放之情形。
- (6) 依據 105 程序書之 18.5.5.2，明定工安組權責應「依各組經核可之『物品攜入出廠房管制單(含化學品)』執行化學品使用期間之存放、安全稽查」，經工安組查詢統計至 103 年 5 月 13 日止，1、2 號機廠房內已逾使用期限而未辦理結案者總件數達 485 件，唯經要求應儘速辦理攜出或結案註銷後，目前廠方已完成辦理攜出或結案註銷者共計 372 件(達成率為 77%)。此外，查核大修期間，有機化學品申請攜入量共計 1465 件，已攜出者為 1278 件(達成率為 87%)，管制情況良好。

#### 4.乾性廢棄物廠內運送作業管制

- (1) 於廠方執行乾性廢棄物廠內運送前，檢查廠方運送前之準備情形。廠方表示 5 月 8 日之運送作業預計運送 16 桶低劑量(小於 2 mSv/hr)之可燃廢棄物桶，2 桶高劑量(大於 2 mSv/hr)

之可燃廢棄物桶，及 9 桶廢金屬桶，共 27 桶廢棄物運至 2 號低放貯存庫。檢查發現該批廢料桶桶身良好，且廢料桶暫存區外圍已設置圍籬，避免人員意外接受不必要之輻射劑量，管制情形良好。

- (2) 5 月 8 日檢查廠方之運送作業，由於運送作業前臨時產生 2 桶高劑量可燃廢棄物桶，廠方重新規畫將共 4 桶之高劑量可燃廢棄物桶一併以屏蔽車輛運送，而原預計之運送作業則再加入 2 桶低劑量可燃廢棄物桶。作業前廠方舉行工具箱會議，會議中工作負責人提醒作業人員作業中應注意之安全事項。
- (3) 檢查將廢料桶搬運上運送車之作業、車輛外觀、及裝載廢料桶後車輛外圍環境劑量率之變化情形。廢料桶之搬運過程順利，搬運過程中車輛熄火、前後依規定以止滑塊限制車輛活動；運送車輛裝載完廢料桶後，車輛外圍環境之劑量率皆位於規定值以下，車輛駕駛座之輻射強度 0.002 mSv/hr，符合須小於 0.02 mSv/hr 之要求。
- (4) 放射性廢棄物桶由機組廠房運送至 2 號貯存庫之過程中，廠方設置有管制人員管制車輛，由運送車輛先行，且全程皆緩慢行駛；到達 2 號低放貯存庫後，由副駕駛座之保健物理人員下車辦理文件作業，並隨即開啟貯存庫裝卸區大門使運送車輛進入，惟車輛於貯存庫內停妥後，未放置止滑塊避免車輛滑動，廠方說明為一時疏忽忘記，將加強宣導避免類似情形再次發生。
- (5) 於 2 號低放貯存庫後續卸桶之搬運過程中，發現搬運叉車抓桶後大部分會走運送車輛左邊較大之通道，少部分會走運送車輛右邊較小之空間，由於車輛右邊較小之通道內尚有消防設備及部分貯存庫之附屬設備，要求廠方應避免叉車行走運

送車輛右邊區域，以確保運送安全與貯存庫設備安全，廠方表示將與作業人員宣導，降低危險發生之可能性。

#### 5.乾性廢棄物接收、分類管制及抑減

- (1) 大修所使用盛裝可燃廢棄物之塑膠袋，分為非污染區使用綠色塑膠袋盛裝，污染區使用黃色塑膠袋盛裝。廠內污染區，均以圍籬與清潔區分隔，並在圍籬入口放置污衣桶(棉質)、污橡膠手套桶(橡膠質)與可燃物桶(內裝黃色塑膠袋)，並視該區污染物的特質，擺放廢鐵桶或其他類廢棄物桶。現場檢查 T11 門之乾性廢棄物收集區，現場廢棄物自工作現場帶出，到收集區後，放入分類廢棄物桶內收集，逐一檢查該區的廢棄物桶，均無分類錯誤之廢棄物，顯見工作站工作人員管制得當。
- (2) 現場巡查汽機廠房與聯合廠房時，在污染圍籬入口垃圾收集處，發現該收集處並無該類垃圾桶，有工作人員先丟到類似垃圾桶內的情況，現場狀況為汽機廠房工作區內，廢鐵絲桶內除了鐵絲外，還有鐵片及螺絲，也有橡皮墊片與砂輪片；聯合廠房工作區內，廢鐵桶內除了鐵件外，也有少量玻璃。後續已由廢處組之同仁將「誤放物」於 T11 門之乾性廢棄物收集區更正至正確收集桶內。
- (3) 工作區內，最普遍的是收集污染區污衣及污橡膠手套的廢料收集桶，廢料桶上都有照片跟標示，並請現場工作人員能依照標示來處理。檢查時在廠內維修區許多地方都發現，工作人員並未照桶上的標示，把棉質衣物與橡膠手套丟入同一個桶子，以致後續需再花費人力檢查內容物。此部分廠方宜在加強宣導或規範，以阻止此一情況再次發生。

#### 6.系統洩水管制作業

- (1) 核一廠目前的洩水申請作業已全部採電腦化，須由申請單位先建立工作聯絡書再依據程序書 308.11 至洩水申請作業系統提出申請。本次大修期間，查核洩水申請系統的審核作業，發現有多項維修作業在審核過程中無洩水申請編號。經詢問電廠洩水小組同仁，得知為原始系統設計所致，需待洩水組長接受洩水申請後，方能自動產生洩水申請編號。
- (2) 因去(102)年 1 號機組大修期間，有發現重複辦理洩水申請作業，故本次 2 號機組大修時，再次查核是否有相同情況發生。經查高壓爐心注水系統(HPCI)設備代號 E41，分別以 2 張洩水單編號 226-103326 及 226-103327 辦理申請。俟後詢問洩水小組同仁，為何相同設備要申請 2 張洩水單，其答覆係因洩水時要控制的管閥太多，為了有效管理各管閥間的洩水傳送，方開立 2 張洩水單，並非是重複申請。
- (3) 現場巡視汽機廠房的洩水作業，在發電機氫氣冷卻器 A 排氣閥下方，有實施洩水接管，但洩水管連接到洩水孔(編號 2423)四周及管閥下方，其地面發現積水現象。當下告知洩水小組查明積水原因，係人員在管閥出水口處所纏繞的止水膠帶不確實而造成。後續改善後，現場已無積水現象，且此系統的洩水為無活性冷卻水洩水，故無污染廠房之虞。
- (4) 現場巡視洩水接管作業，於汽機廠房的飼水加熱器洩水泵 B 進口洩水閥有進行接管，且此洩水管已接到下方洩水孔。但發現洩水管至洩水孔處被拆換下的保溫材壓住，為避免後續洩水時，水無法正常排入洩水孔，立即告知洩水小組同仁前來處理。後續查知該洩水閥並無申請洩水接管，係因洩水小組依據過去大修時的維修經驗，自行先前往接管。再與維護單位確認後，本次大修確實不需進行此閥的維修作業，現已將洩水管拆除。

(5) 綜觀本次大修洩水作業，電廠人員均依據程序書 308.11 切實執行。廢液控制室值班同仁，在設備洩水期間隨時監視進水及 Sump 高高水位警報是否發生，以避免過量接收。有關此次大修時的反應器爐穴(Cavity)洩水作業，於 5 月 24 日 04:21 開始進行，在同一日 15:53 由主控室停止洩水作業。經核算回收洩水量為 188370 加侖，而 Cavity 的容量約為 180000 加侖。多餘的回收水量，係因本次洩水前，除污作業是採高壓水槍在水面下執行爐壁除污，而造成回收水量超出 Cavity 的容量。故本次反應器爐穴洩水為 100%回收，無液體外釋發生。

#### (四)結論

本次核一廠 2 號機 EOC-26 機組大修期間，針對放射性廢棄物相關營運項目進行檢查，檢查結果並無發現重大異常，其中有關廢棄物處理廠房廠務管理、品保稽核、乾性廢棄物接收與分類等均依照程序書進行管制。其中品保稽核方面，因有核安處駐廠小組協助檢查，故能提早發現問題。雖有部分文件申請編號有誤，經核安處駐廠人員再次查證後，已完成錯誤修正。

乾性廢棄物廠內運送方面，廠方先將高劑量桶搬上屏蔽運送車，造成人員吸收多餘的劑量，以及運送到貯存庫時未放置止滑塊等，電廠皆已進行改善。在化學品攜入攜出管制方面，發現有因偵測其容器表面而遭受污染之暫存化學品，然而廠方對此管控成效良好。有關「系統洩水管制作業」，經查已無發生重複辦理洩水申請之情事。雖有發現洩水時，管閥因纏繞的止水膠帶不確實而造成漏水事件，然而此洩水來源係屬無活性的冷卻水，且廠方亦立即完成改善。在查核 Cavity 洩水作業方面，其廢液回收率也達到 100%，表示電廠有善盡管理洩水之責。

## 七、輻射防護管制

### (一)概述

核一廠 2 號機第 26 次大修自 103 年 4 月 28 日至 6 月 1 日止，全程共計 34.86 天，期間各項輻射作業，均依陳報本會之大修輻防作業計畫書與程序書執行，無發生人員劑量超限、異常排放、環境污染或其他重大輻安事件。

核一廠依計畫內容設立各廠房臨時管制站，確實執行機組內外之輻防作業，大修期間集體劑量為 1.191 人西弗，低於預估值 1.390 人西弗，整體劑量實績表現良好。

本次大修台電公司評估實際劑量低於目標值之主要原因：

1. 大修期間進行管路沖洗以及搭設臨時鉛屏蔽，高輻射區空間輻射劑量降低約 2 至數倍。
2. 大修整體進度及工作內容都掌握適宜，電廠人員皆能依大修計畫執行大修工作，人員劑量符合預期。

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

### (二)視察人日

本次大修視察合計 12 人日。

### (三)視察結果

本次大修視察主要視察項目、內容及結果如下：

1. 曝露管制：本項視察重點包括區域管制與人員劑量管制。

由於大修期間人員進出頻繁，電廠循例將乾井管制站遷至

聯合廠房，以避免人員在乾井內曝露於較高劑量率的環境下，造成人員集體劑量增加，並且疏解部份乾井內人潮擁擠的情形。人員進出乾井動線原則由聯合廠房進出，但因聯合廠房空間稍嫌狹小，故同意人員可從乾井北側進入，到乾井管制站再將電子劑量計（EPD）重新開機，以評估並控管各分站之人員劑量。從人員劑量管理方面，由於人員皆全程配戴熱發光劑量計（TLD）及 EPD，且電廠採取在主管制站即將 EPD 開機之措施，故不會對人員劑量評估造成影響。

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

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

汽機廠房 3 樓 CR-3 門，係直接通往控制室之緊急門，由控制室往汽機廠房時，除了電磁鎖另需使用鑰匙開啟，鑰匙由電廠值班經理保管，發生意外或緊急狀況時由汽機廠房直接按壓電磁鎖即可開啟 CR-3 門，該門隨時受到監控，並於門上張貼警語防止人員任意進出。



洗衣廠房依污染情況分兩樓層進行衣物清洗作業，位於一樓為高污染的橡膠鞋、污染防護衣等分類及清洗工作，2 樓為工作服及防護面具清洗，避免污染擴散。

4 月 24 日抽查進入管制區之車輛輻射污染偵檢作業，發現載運輻防衣物之貨櫃車，未張貼輻射警示標籤，立即請電廠保健物理組改正，5 月 2 日於 T11 門再次檢查該貨櫃車，已依規定張貼輻射警示標籤。

5 月 24 日( 星期六 )執行核一廠輻射防護作業無預警視察，視察區域包括 1、2 號機輻防管制站執勤情形及 1、2 號機反應器廠房、汽機廠房及聯合廠房輻射偵檢設備運作情形，未發現異常情形。

經抽查反應器廠房、汽機廠房及廢料廠房之區域輻射偵檢器 ( ARM ) 及空氣抽氣機，均正常運作。

於主管制站抽查進入 2 號機之承攬商、電廠工作人員配戴 TLD 與 EPD 之情形，均依規定辦理。另抽查於乾井內工作之承攬商及反應器廠房燃料更換樓工作之承攬商配戴 TLD 與 EPD 之情形，均依規定辦理。

5 月 14 日抽查冷卻水儲存槽 ( CST ) 加強防震作業之現場輻防措施，未發現異常情形。

## 2. 人員防護：本項視察重點包括電廠與包商之人員輻防訓練。

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

為深植核安、輻安及工安觀念，大修前電廠針對輻射防護勞務性工作承攬商進行溝通會議，以及所有保健物理人員舉辦輻射防護經驗回饋及輻射安全計畫會議。

5 月 12 日查核核一廠 102 年之輻防教育訓練紀錄，該廠於 102 年 6 月至 8 月辦理 14 場次，共 553 人訓練合格。另本次大修前，於 103 年 2 月及 4 月亦辦理相關訓練。經查訓練紀錄(日期、課程、講師資歷、學員出席名冊、簽到表、測驗分數)均有留存備查，講師皆具有輻射防護人員資格，符合規定。

5 月 12 日抽查台電公司核一廠員工運轉組林君、機械組梁君、電器組陳君、環化組彭君、儀控組郭君、工安組葉君、廢料組李君、運轉值班王君及台電公司核發處電力檢測隊田君共 9 名之年度輻防教育訓練與健康檢查紀錄，皆有 3 小時之教育訓練簽名紀錄及一年以內之游離輻射作業之特殊健康檢查紀錄。

5 月 12 日查核核一廠承攬商之輻防教育訓練與健康檢查紀錄，目前該廠對於須進入輻射管制區之承攬商員工，要求：(1)承攬商應提出其人員於一年以內接受之 3 小時輻防教育訓練紀錄證明(參加訓練人員之姓名與參加訓練之時間、地點、時數、授課人員及授課方式)及照片佐證；(2)承攬商應提出一年以內之游離輻射作業特殊體格或健康檢查紀錄(且未被註明不適宜從事游離輻射作業)，查核結果皆符合規定。

本次大修期間電廠保物組查核工作人員配戴 TLD 與 EPD 情形，共查核 18 次計 71 人，查核結果皆符合規定。

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

抽查 2 號機廠房及控制室之連續空氣偵測器及全身污染偵檢器等，皆在校正有效期限內，且功能正常。另抽查反應器廠房 5 樓之巡廠紀錄，電廠均依規定記錄各現場輻射儀器運轉情形，並將偵測數據建檔及進行趨勢分析，即時掌握現場輻射狀況。

抽查手提式污染偵測儀器( 型號 M2241、型號 RADEYE-G ) 在有效校正期限內，經查其測試紀錄，儀器均可用，電源亦可用；箱型污染偵測儀器( 型號 WCM-10PC ) 在有效校正期限內，經查其測試紀錄，儀器均可用，電源亦可用。經以銫-137 輻射源測試主警衛室車輛偵檢器之靈敏度，反應正常，測試結果符合程序書要求。

5 月 2 日查核電廠環化組執行編號 603.6.1「主煙囪及廠房煙囪流程輻射監測儀鑑別器及體積效率校正」情形，經查本測試儀器控道部份及三用電表已完成校正，且在有效期限( 一年 ) 內。校正射源三枚各為 Am-241 ( CD-15 )、Cs-137 ( CD-45 ) 及流程輻射偵檢器 ( PRM ) 體積效率校正標準射源 Cs-137 ( CD-146 )，其中一枚( CD-146 )屬於登記類活度( 37071Bq )，經查操作人員李君確已接受以訓練取代輻射安全證書之 18 小時以上訓練，並有紀錄備查；校正結果均在程序書要求之管制範圍內。

5 月 2 日查核電廠環化組執行編號 603.6.3「密閉冷卻水及海水流程輻射監測儀鑑別器校正」情形，經查使用之三用電表已完成校正，且在有效期限( 一年 ) 內。校正射源兩枚各為 Am-241 ( CD-15 )、Cs-137 ( CD-45 )，依序分別校正聯合廠房冷卻水系統、緊要海水系統及廠用海水系統。校正結果均在程序書要求之管制範圍內。

5 月 9 日查核電廠環化組執行編號 603.5.3.2「一次圍阻體大氣輻射監測器之能量及高壓校正」情形，經查使用之三用電表已完成校正，且在有效期限( 一年 ) 內。校正射源兩枚各為 Am-241 ( CD-15 )、Cs-137 ( CD-45 )。校正結果均在程序書要求之管制範圍內。另抽查電廠放射化學實驗室內之區域輻射監測器及污染偵測器，皆在校正有效期限內，且功能正常。

5 月 14 日查核電廠環化組執行編號 603.4.8「蒸汽抽氣器廢氣流程輻射監測儀器偵檢頭校正與反應測試」情形，經查使用之三用電表已完成校正，且在有效期限（一年）內。校正射源兩枚各為 Am-241（CD-15）、Cs-137（CD-45）。校正結果均在程序書要求之管制範圍內。

5 月 27 日查核洗衣廠房內污染計測儀(LB4000 型號)，其依規定進行校正，電廠人員並依 915 程序書測定當日之背景值(計測時間 10 分鐘)，輸入電腦自動計算出當日之儀器最低可測值(LLD)，以供當日之儀器計測使用。另查現場污染偵檢器及區域輻射監測器，皆依規定進行校正。

5 月 27 日查核反應器廠房、乾井及汽機廠房現場內空氣偵測儀及污染偵檢器，其皆依規定進行校正。

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。

本次大修主要之合理抑低（ALARA）管制項目包括非破壞檢測工程、乾井內屏蔽鋪設工程及電動閥操作器與閥門檢修及推力驗證等 3 項工作。其作業前召開工具箱會議，藉由承攬商與相關課人員溝通，瞭解整項工作規劃及進度，保健物理人員全程參與會議，並提供相關協助及建議，以達劑量合理抑低要求。另外裝設四部顯示螢幕於乾井北側，可隨時監看乾井工作人員作業情形。

5 月 24 日（星期六）執行大修期間不預警視察時，抽查乾井內屏蔽鋪設工程對集體劑量之抑低效果，自大修開始至 5 月 18 日，集體劑量實績值為 18.676 人毫西弗，低於目標值 35 人毫西弗。

5 月 27 日查核核一廠大修輻射曝露合理抑低（ALARA）計畫執行情形，經查該 3 項作業已依計畫與程序書【編號：919，

人員輻射曝露之合理抑減作業程序(ALARA)】規定，分別於 4 月 24、28、30 日及 5 月 2 日召開工作前 ALARA 會議及工作模擬訓練，並留有會議及訓練紀錄備查。

5 月 27 日赴反應器廠房、乾井及汽機廠房現場查證大修作業情形，現場廠務管理（house keeping）良好，無異常發現。

核一廠每日統計追蹤 3 項 ALARA 管制工作之人員劑量，並與原計畫比較，統計至 5 月 26 日為止，實際 EPD 總劑量為 203.6 人毫西弗，為目標值 225 人毫西弗之 90.5%。各項人員劑量之實際值與預估值之比值如下表，無異常曝露之情形。

項目	ALARA 管制 作業項目	集體劑量預估 目標值 (人毫西弗)	集體劑量實 績值 (人毫西弗)	實際與預估 劑量百分比 (%)	工作完成 百分比 (%)
1	非破壞檢測 工程	125.0	112.9	90.3%	100%
2	乾井內屏蔽鋪 設工程	35.0	32.5	92.9%	100%
3	電動閥操作 器與閥門 (MOV) 檢修 及推力驗證	65.0	58.2	89.5%	100%
合計		225.0	203.6	90.5%	

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。

5 月 12 日抽查今年 1~5 月液體排放許可單（液體排放為雜項廢液、洗衣廢水），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。電廠保健物理組人員須確認核種濃度小於法規限值及各核種濃度比總和小於 1，然後廢料控制室依循環水泵運轉台數設定 PRM 警報設定值。查核結果其各批排放廢液之核種濃度皆低於法規規定，各相關承辦人員依程序書規定執行相關作業與審核。另排放廢液取樣前之循環時間，依編號 308.2、308.8、308.10、308.12、308.14、316.1、317.3 及 923

等程序書之規定循環攪拌，以確保取樣之代表性，查核排放單紀錄，取樣前循環時間皆符合程序書規定。

5 月 12 日查核核一廠放射性廢氣、廢液排放統計輸入介面，電廠保物組使用台電公司開發之放射性廢液、廢氣排放管理系統，輸入每批排放廢液、廢氣之濃度及排放量等相關資料，每月即可自動製表，並陳報至台電公司核發處評估放射性物質對廠外民眾之最大個人劑量。保物組另以 EXCEL 與 ACCESS 軟體製作放射性廢液、廢氣排放量統計表格，重新輸入排放單之資料，再製成排放月報表，以核對放射性廢液、廢氣排放管理系統產生之月報表是否一致，若有出入之處，再進行資料比對，以避免人為可能輸入錯誤的資料。查核結果該廠對排放相關紀錄均已完整登錄。

核一廠放射性廢液排放 PRM 之偵測數值單位為 cps，其 PRM 警報設定值是以游離輻射防護安全標準附表四之二 Co-60 排放物水中濃度  $2.69 \times 10^5 \text{ Bq/m}^3$  之 7.5% 約  $2.02 \times 10^4 \text{ Bq/m}^3$  保守設定，再經 PRM 體積效率運算後得到該 PRM 警報設定值(單位為 cps)。每次 PRM 校正完畢，會得到新的體積效率值，該廠必須重新設定 PRM 警報設定值。5 月 12 日查核本次 2 號機放射性廢液排放 PRM 已於 5 月 8 日校正完畢，正依程序書 1102.02 儀器電氣設備設定點變更之規定申請該 PRM 警報設定中。

液體排放前電廠環化組皆須先取樣分析排放核種的濃度是否符合法規標準，故分析核種濃度之半導體偵檢器及多頻道加馬能譜分析儀(MCA)之品管作業攸關排放管制作業之成效。程序書 804.18「加馬核種多頻道分析儀」規定，CANBERRA Genis-2000 儀器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，以上相關資料須繪製成品質管制圖，以查核系統穩定度、可靠度。5 月 19 日查核環化組 1 號機 2 台 MCA(編號為

CH-0104-MCA03、CH-0104-MCA04)、2 號機 2 台 MCA(編號為 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。CH-0104-MCA 與 CH-0105-MCA 分別於 103 年 2 月 26 日、102 年 11 月 19 日執行能量校正與效率校正，校正紀錄皆能符合校正合格規範之要求(能量誤差於 $\pm 1\text{keV}$ 之內，Eu-152 之 1408.01 keV 解析度 $<2.5\text{ keV}$ ，效率誤差於 $\pm 5\%$ 之內)。

全國認證基金會(TAF)於 103 年 1 月評鑑電廠環化組分析實驗室，提出 3 項意見，環化組均已完成改善，符合 TAF 要求。

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。

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

5 月 19 日查核電廠對於放射性物質進出管制的執行情形，針對欲離廠之各類物件，需填寫「器材、物品、機具離廠攜出許可單」，並經過適當之輻射、污染或活度偵測儀器偵測，經符合放行標準，主警衛室之電廠保健物理組人員才准予放行，經查核相關紀錄皆符合規定。

5 月 19 日查核電廠對於車輛進出主警衛室之管制情形，進出車輛需填寫申請表，並經由電廠保健物理組人員進行偵測，需合格後才允予放行，經查核相關紀錄皆符合規定。

5 月 19 日查核電廠對於輻射源管理及放射性物質年度偵測證明，皆依規定執行，紀錄保存良好。

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。

5 月 19 日於核一廠乾式貯存場北站旁取水樣、土樣及草樣進行加馬核種分析，測得結果皆低於最小可測量(MDA)。

5 月 19 日檢查核一廠乾式貯存場南站熱發光劑量計(TLD)監測站，其 TLD 皆依規定擺放，無發現異常。

5 月 19 日分別於上午 11:00 及 11:10 以活度為 3.7 百萬貝克 ( MBq )的 Co-60 輻射源(1973 年 3 月 24 日製造)測試核一廠乾式貯存場北站及南站之高壓游離腔 (HPIC) 監測站功能，經查主警衛室的監測中心紀錄，上述兩時段左右各出現劑量率為 0.211 微西弗/小時 (  $\mu\text{Sv/h}$  ) 及 0.242 $\mu\text{Sv/h}$  的高峰值，顯示其儀器功能正常

5 月 19 日以活度為 3.7MBq 的 Co-60 輻射源(1973 年 3 月 24 日製造)，測試主警衛室 4 台門框輻射偵檢器，皆出現警報訊號，顯示其功能正常。

#### 8.其他

5 月 2 日發現位於汽機廠房 17.25 呎樓層走道旁用過衣物回收桶未依規定將棉質衣物手套與膠鞋、手套確實分類，已請電廠保物組人員加強督導。

5 月 2 日發現流程輻射偵檢器校正標籤之日期及聯絡電話有誤，當廠要求電廠人員改正，5 月 9 日檢查時已改正。

本次大修新增穿越孔以裝配電纜線，經查其填封材料對於輻射劑量屏蔽，未發現有不符合電廠程序書 152 之情形。

#### (四)結論

本次大修檢查結果，未發現重大缺失，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 26 次大修，大修人員集體劑量為 1.191 人西弗，



大修依合理抑低計畫執行，無發生人員劑量超限、環境污染或重大輻安事件。本會已依視察計畫一一完成各項輻防相關作業之檢查及管制，以確保大修時人員與環境之輻射安全。

## 八、廠外環境偵測

### (一)概述

核一廠 2 號機本次大修自 103 年 4 月 28 日起至 103 年 6 月 1 日止，本會輻射偵測中心為加強大修期間之液態排放機動監測，海水試樣由每月調整為每週；將岸沙試樣之採樣分析作業頻次由每季調整為大修前、中及併聯發電後，藉以了解此次大修作業對環境之影響情形。

### (二)人力

本次大修期間環境輻射偵測之使用人力，合計 25 人日。

### (三)分析結果

本次大修期間及事後之環境試樣放射性分析結果，如表一所示。由分析結果顯示，海水及岸沙試樣僅測得鉀-40、鈾系及鈾系列等天然放射性核種。

### (四)結論

核一廠 2 號機第 26 次大修期間，由海水與岸沙等環境試樣之放射性分析結果顯示，機組大修作業對周圍環境無輻射安全影響。

## 九、結論

核一廠 2 號機 EOC-26 大修業已於 103 年 6 月 1 日結束，本會投入之視察人力總計 100 人日。本次大修亦一併執行耐震餘裕評估 SMA 相關改善施工，大修工期仍與原預估 34 天期程符合，另電廠工作人員依規定進行作業安全、廢料管控與輻射安全防護等作業，而由核一廠周圍環境試樣結果得知，本次核一廠 2 號機大修期間輻射作業管制良好，

對周圍環境無輻射影響之疑慮。

本次大修再起動管制案件之規劃方案及時程，例如：因應福島事件之總體檢核管案件 CS-JLD-10111「新增設置第二套最終熱沉」之規劃方案，包括設計、採購、發包與施工，以及 A 串無法驗證部分之工程評估報告等重要時程規劃；CS-JLD-10117「執行火山危害之定量風險評估」時程規劃；CS-JLD-10121「強化生水池儲水能力並提昇可靠性」之 1 萬年回歸期最大考量地震(MCE)之評估、不透水層(防水膜)等作業規劃時程等相關核管案件，台電公司已於機組臨界前提出規劃方案及時程並獲本會審查同意，以作為未來因應福島事故核能管制案件之依循。

針對此次大修之視察發現與建議事項，本會已以注意改進事項及視察備忘錄（附件四）函請台電公司研議改善以精進作業，並將此次大修相關經驗回饋至爾後之機組大修中，期使電廠大修品質更臻完善。

註：若對本報告有任何疑問，請洽本會高斌科長，電話：(02)22322160。

表一 核一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						單 位
			銈-7*	鉀-40*	鈷-60	銫-137	鈾系列*	鈾系列*	
海 水	出水口	103.04.21	—	16.0	—	—	—	—	貝克/升
		103.04.28	—	12.6	—	—	—	—	
		103.05.06	—	14.8	—	—	—	—	
		103.05.12	—	13.2	—	—	—	—	
		103.05.19	—	14.3	—	—	—	—	
		103.05.27	—	11.8	—	—	—	—	
		103.06.03	—	11.8	—	—	—	—	
岸 沙	白沙灣	103.04.09	—	155	—	—	6	6	貝克/公斤
		103.05.06	—	70	—	—	5	7	
		103.06.09	—	264	—	—	14	11	
	石門	103.04.09	—	166	—	—	8	8	
		103.05.06	—	58	—	—	4	5	
		103.06.09	14	33	—	—	—	—	
	金山海水浴場	103.04.09	—	456	—	—	16	16	
		103.05.06	—	476	—	—	16	14	
		103.06.09	11	425	—	—	13	16	

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

行政院原子能委員會輻射偵測中心



照片 1 大修視察前會議討論情形



照片 2 視察 RHR 泵殼執行 ISI 之液滲檢測作業





照片 3 視察 RPV 爐蓋 Nuts 與 Washers 執行 VT-1 目視檢測作業



照片 4 視察燃料更換作業





照片 5 本會視察員於大修期間執行不預警視察作業



照片 6 本會高科長於大修期間視察 2 號機現場大修作業





照片 7 本會視察員於大修期間視察 2 號機現場大修作業



照片 8 大修視察後會議討論情形

## 核能一廠 2 號機第 26 次大修定期視察計畫

### 一、視察人員

領 隊：李副處長綺思（高科長斌代理）

第一組：高科長斌、鄭再富、宋清泉、顏志勳、陳家貫、黃郁仁

第二組：廖科長家群、孟祥明、賴良斌、許雅娟、朱亦丹

第三組：鄭組長維申、馬志銘、田國鎮、蘇凡皓、洪進達、蘇聖中

### 二、視察時程

103 年 4 月 28 日至 103 年 5 月 31 日（34 天）。

視察前會議：103 年 4 月 24 日上午 10 時（核一廠 2 號機會議室）。

起動前會議：機組預訂起動前提出申請。

### 三、注意事項

1. 包商訓練及資格檢定應留存紀錄備查。
2. 維修項目之負責工程師及包商名單應留存備查。
3. 維修紀錄及品管、品保文件應於檢修完畢消卡 10 日內完成。
4. 機組起動前需送本會審查之報告，應於起動會議前一週送達本會。
5. 若臨時變更作業時程，應於前一週通知本會。
6. 機組再起動會議召開時間原則為機組預定臨界之前 3 日，並應事先備齊相關資料提出機組再起動會議之申請。
7. 大修期間 A 類項目變更，應及早陳送本會核備。
8. 品質課及核安處駐廠小組應嚴格稽查包商施工狀況及大修作業品質。
9. 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。
10. 其他注意事項依視察前會議決議事項行之。
11. 視察前會議不再另發開會通知。
12. 本會大修定期視察承辦人：黃郁仁(TEL：22322164、FAX：82317807)。



#### 四、視察項目

##### 第一組

項次	視 察 項 目	負責人	停留查證
1	ISI/反應爐爐心 IVVI 檢測	黃郁仁	是(註1)
2	IST 測試作業	黃郁仁	否
3	控制棒測試查證	陳家貫	是(註2)
4	SMA 相關 DCR 施工與測試	宋清泉、顏志勳	否
5	燃料更換作業(含燃料吊車測試、控制棒葉片檢查)	陳家貫	否
6	安全相關寒水系統測試	鄭再富	否
7	ECCS/RCIC 系統維護及測試	鄭再富、宋清泉	否
8	保護電驛及控制開關維護查證	顏志勳	否
9	違規注改備忘錄及核管案件後續改善情形(承諾須於本次大修完成事項)	全體視察同仁	否

註1:僅第四個十年 ISI 尚未依計畫執行之補行檢測項目需洽負責人確認查核點。

註2:僅 SDM 及 Friction Test 測試部份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	孟祥明	否
2	人員防護	朱亦丹	否
3	放射性物質管制	朱亦丹	否
4	廠區環境管制作業	許雅娟	否
5	輻射偵監儀器	孟祥明	是(註1)
6	氣、液體排放管制	賴良斌	否
7	合理抑低計畫	廖家群	否

註 1：大修期間校正之氣、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	馬志銘	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	田國鎮	否
4	乾性廢棄物廠內運送作業管制	洪進達	否
5	乾性廢棄物接收、分類及抑減管制	蘇聖中	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：本次大修檢查預計執行 20 人日

## 核一廠 2 號機第 26 次大修視察前會議會議紀錄

一、時 間：103 年 4 月 24 日上午 10 時

二、地 點：核一廠 2 號機 TSC 會議室

三、主 席：高科長斌

四、出席人員：

原 能 會：鄭維申、孟祥明、鄭再富、宋清泉、黃郁仁

台電公司：總處王總稽查琅琛、審查工作組、核一廠吳廠長才基、  
朱副廠長振鐸、黃副廠長正富、黃副廠長清順、各組  
經理及值班經理

五、記 錄：黃郁仁

六、電廠簡報：大修工作計畫及安全管制報告（略）

輻射安全管制暨 ALARA 規劃報告（略）

七、決議事項：

- （一）本次大修開始實行核管案編號 CS-JLD-10107 有關第五部柴油發電機特別管制規範，請電廠遵循相關管制要求。
- （二）有關總體檢第二階段核管案件須於前次 1 號機 EOC-26 大修完成評估規劃方案，目前仍有 CS-JLD-10111 及 10121 兩案尚未提出，將列入本次大修再啟動管制項目；另關於 CS-JLD-10118 及 CS-0-10301 兩核管案亦有相關評估規劃及完成事項仍須澄清說明。
- （三）針對前次大修視察發現控制室紅卡管制及背盤基座不當開挖情形及後續承諾管制，請貴公司核安處列入稽查項目。
- （四）大修期間反應器廠房 5 樓作業影響用過燃料池 linear 洩水情形，電廠應依相關管制措施，以研判滲漏水來源之實質依據。
- （五）有關大修異常通報部分，請電廠參考核三廠相關因應作法檢討

改善。

- (六) 針對本次大修及 1 號機組欲進行之 SMA 補強工程，電廠及總處應加強品質查證，以能達預期設計要求。
- (七) 應於本次大修完成之總體檢核管案、違規注改備忘錄等相關改善評估及地震水災現場巡查作業，請電廠落實執行完成。
- (八) 有關本次大修集體有效劑量目標值為 1390 人毫西弗，對於 NDE 檢測之劑量較前次大修增加部分，請考量抑低改善。
- (九) 有關 SMA 案進行兩部機 CST 改善項目人員接受劑量部分，以及本次大修因現場巡查作業而增加劑量部分亦須一併考量，並規劃適切之巡查路徑。
- (十) 針對修護處大型工作箱進出管制在廠務管理部分，須注意是否有未管控之化學品留置現場情形，請電廠加強管制。

八、散會：11 時 00 分

## 核一廠 2 號機第 26 次大修視察後會議會議紀錄

一、時 間：103 年 5 月 26 日上午 09 時 30 分

二、地 點：核一廠 2 號機 TSC 會議室

三、主 席：高科長斌

四、出席人員：

原 能 會：孟祥明、鄭再富、宋清泉、顏志勳、陳家貫、黃郁仁

台電公司：總處吳副處長永富、審查工作組、核一廠吳廠長才基、  
朱副廠長振鐸、黃副廠長正富、黃副廠長清順、各組  
經理及值班經理

五、記 錄：黃郁仁

六、電廠簡報：大修起動審查會議報告（略）

輻射安全管制暨劑量抑低成果報告（略）

總處審查工作組報告（略）

原能會視察發現及建議報告（略）

七、決議事項：

（一）與本次 2 號機組大修後再起動申請有關之管制事項，並列為再起動審查項目：

1. 有關本次大修再起動管制案，核管案編號 CS-JLD-10121 之生水池經評估是否需補強改善，以及不透水層安裝之完成時程仍請電廠再檢討相關規劃時程之適切性。
2. 有關目前大修 153 品質文件最新改版內容，請再送會審查。
3. 本次大修 IVVI 相關 Core Spray 與 Shroud 評估結果、爐心與用過燃料池掉落物及 FME 異物入侵報告。
4. 本次大修發生 B 串備用電源斷電造成 RPS 半急停事件，應檢討相關作業人員掛卡操作程序疏失。
5. 本次大修 EDG-A 台發生曲軸箱高壓力事件導致 ECCS LOOP

測試失敗，電廠須補送肇因報告及改善結果，且針對總處於 Preoutage 時未能即時查核亦請檢討相關稽查計畫之適切性。

6. 本次大修視察發現 5th DG 系統有部分延時電驛之校正及盤面控制開關仍未執行及納入程序書問題，請電廠再清查是否有其他安全設備遺漏之問題。

(二) 其他大修後檢討要求及建議事項：

1. 有關 1 號機 125VDC 1A/B 充電機補執行充電負載能力之功能驗證，請於本次 SMA 補強改善案機組停機時補行驗證完成。
2. 針對因應 480V PC 斷路器細部檢查與翻修程序，若已完成更換檢修可於下次大修恢復正常檢修程序，建議應適當保養。
3. 本次大修為建置 EQDP 文件而更新 AC/DC MCC 盤，相關換下 MCC 盤將由核研所執行 EQ 檢證，若檢證結果有異常情形，應立即報會說明。
4. 請電廠加強審查 IVVI 檢測人員資格包括相關 NDE 訓練及同型電廠之工作經驗，以避免操作失誤而增加爐內組件損壞或異物入侵機率。
5. 有關總處稽查現場人員配帶 EPD 及 TLD 情形，建議可查證 EPD 是否有開機計讀，並確認其數值與工作環境能否相符。
6. 針對 Preoutage 之維護設備若發生故障問題應列入大修初次併聯後 3 個月內設備故障情形檢討分析報告。
7. 有關大修換串維修期間發生 EDG-A 故障，而衍生出利用 5th DG 進行替代大修機組自由度問題，電廠應檢討相關可行性並列入經驗回饋。

八、散會：12 時 25 分

# 核一廠 2 號機 EOC-26 大修再起動管制討論會

## 會議紀錄

一、時間：103 年 5 月 15 日 09：30～12：20

二、地點：本會六樓會議室

三、主席：高 斌

四、出席人員：(敬稱略)

原 能 會：鄭再富、黃郁仁、陳家貫

台電公司：吳永富、黃清順、張啟濱、楊騰芳、陳克忠、許叔賢、蔡慶宏、

賴文煌、沈東興、王仁宏、彭武台、林錫偉、姚奕全

五、記錄：黃郁仁

六、簡報項目：略

七、決議事項：

- 1、針對核管案 CS-JLD-10111 新增設置第二套最終熱沉部分，考量部分工程須配合大修方可現場施工，因此可同意台電公司由原承諾規劃期程於 104 年 2 月 28 日前完成，展延至 2 號機 EOC-27 和 1 號機 EOC-28 前完成施工。惟，台電公司仍須提出本案規劃方案，包括設計、採購、發包與施工，以及 A 串無法驗證部分之工程評估報告等重要時程規劃，並列入 2 號機 EOC-26 大修後機組再起動審查項目。請台電公司依規劃方案推動本案，以符本會管制要求。

- 2、有關核管案 CS-JLD-10117 執行火山危害之定量風險評估，考量火山活動威脅及可能對核能電廠之影響，就近期發包結果發生廠商不符合之情事，台電公司應對本案後續因應作為，提出目前遭遇之困難說明及明確的決策做法，並提出時程規劃，相關規劃和說明列入 2 號機 EOC-26 大修後機組再起動審查項目。
- 3、有關核管案 CS-JLD-10121 強化生水池儲水能力並提昇可靠性，請於 2 號機機組起動前提出依本會 102 年 12 月 16 日會核字第 1020019388 號函說明四要求 1 萬年回歸期最大考量地震(MCE)之評估、不透水層(防水膜)等作業規劃時程，並列入 2 號機 EOC-26 大修後機組再起動審查項目。請台電公司依規劃時程推動本案，以符本會管制要求。
- 4、其餘各項管制案件，請台電公司依管制時程提報，暫不列入 2 號機 EOC-26 大修後機組再起動審查項目；惟目前相關更新時程規劃方案，請納入本次大修臨界申請報告附件內容。



## 核能電廠注意改進事項

編 號	AN-CS-103-005-0	日 期	103 年 05 月 15 日
廠 別	核能一廠	承 辦 人	宋清泉 2232-2166
<p>注改事項：核一廠 1 號機緊急柴油發電機（EDG）執行 LOOP/LOCA 測試程序書內容存有缺失，請檢討改進。</p> <p>內 容：</p> <p>本會視察員於視察核一廠緊急柴油發電機執行 LOOP/LOCA 測試，發現相關測試程序書內容，存有以下缺失，請檢討改進：</p> <p>一、經查證核一廠緊急柴油發電機執行 LOOP/LOCA 測試程序書 609.6.3A，發現 EDG 於接獲 LOOP/LOCA 訊號時會將 AH 28-35 跳脫，但測試程序書未見相關檢查步驟，請電廠澄清是否尚有其他設備會被 LOOP/LOCA 訊號引動，但未納入相關程序書內容之情事。</p> <p>二、經查證核一廠緊急柴油發電機 LOOP/LOCA 測試程序書 606.7、606.9A 等，發現程序書均要求須執行驗證 EDG 在加載過程中其頻率與電壓均須在規定時間內恢復正常，但程序書僅以打勾表示合格，而未記錄確實時間，不符品保規定。</p>			
<p>參考文件：</p>			

## 核能電廠注意改進事項

編 號	AN-CS-103-006-0	日 期	103 年 05 月 28 日
廠 別	核一廠	承 辦 人	鄭再富 2232-2165
<p>注改事項：請檢討改善核一廠二號機 EOC-26 大修期間執行安全相關寒水系統相關測試作業缺失。</p> <p>內 容：</p> <p>一、本會視察人員於核一廠二號機EOC-26大修期間執行安全相關寒水系統相關測試作業查證，發現以下作業缺失，請檢討改善：</p> <p>(一)依據程序書722.5「#3、4號寒水機功能試驗」第6.20節查證寒水機WC-3起動程序測試作業，發現於跨接2TR1接點後，重新起動壓縮機時，WC-3控制盤面上之AOP(1L)指示燈會亮起，但該程序書並未要求執行相關指示燈查證。</p> <p>(二)依據程序書611.5.1「安全有關寒水系統儀器校正」第6.2節查證有關寒水機WC-3低流量測試作業，發現測試人員於執行第6.2.6節以三用電錶AC電壓檔接於計時器R3的L1及L2端時，誤將三用電錶AC電壓檔接於計時器R3跨接端子，導致模擬測試失敗，顯示相關測試之執行，並未能確實落實雙重確認，以確認執行步驟之正確性。</p> <p>(三)依據程序書611.5.1「安全有關寒水系統儀器校正」第6.5節查證有關寒水泵高差壓測試作業，發現測試步驟第6.5.5節執行寒水泵P-105-1G/1F高差壓指示開關DPISH-130-5模擬差壓測試時，並未明確說明操作DPISH-130-5高壓端壓力升至<math>4.85\text{ kg/cm}^2</math>，以模擬相關差壓信號。</p> <p>(四)抽查程序書611.5.1「安全有關寒水系統儀器校正」附表一有關寒水泵P-105-1G/1F高差壓指示開關DPISH-130-5校正紀錄時，發現該程序書說明DPISH-130-5差壓設定點為<math>4.85\pm 0.2\text{ kg/cm}^2</math>，與程序書511.2.2「H11-P601(中盤)-6A2」說明第20號警報窗“CHILLED WTR PUMP 1F/1G DISCH FLOW LOW”設定點為<math>4.85\pm 0.07\text{ kg/cm}^2</math>之差壓容許誤差值不一致。</p>			
<p>參考文件：</p>			

## 核能電廠注意改進事項

編 號	AN-CS-103-007-0	日 期	103 年 05 月 28 日
廠 別	核一廠	承辦人	鄭再富 2232-2165
<p>事由：請檢討改善核一廠二號機 EOC-26 大修期間執行 ECCS/RCIC 系統相關維護及測試作業缺失。</p> <p>內 容：</p> <p>一、本會視察人員於核一廠二號機EOC-26大修期間執行ECCS/RCIC系統相關維護及測試作業查證，發現以下作業缺失，請檢討改善：</p> <p>(一)依據程序書709.1「高壓注水冷卻系統維護」查證有關HPCI輔助油泵、真空泵及真空槽之維護作業，發現該程序書於執行輔助油泵維護作業時，並未詳述輔助油泵組件分解及組合之各項維護查證執行步驟。同時，原規劃執行之真空槽檢查作業，程序書亦未詳述相關檢查步驟及查證項目。</p> <p>(二)依據程序書602.2.10.1.5「爐心噴灑系統A啟動運轉功能測試」測試步驟第6.10.2節說明須執行延時電驛E21A-K16A賦能時間驗證，惟電廠並未將執行賦能時間驗證所需之馬錶表列於第5.0節測試設備中。</p> <p>(三)程序書602.2.10.1.5「爐心噴灑系統A啟動運轉功能測試」測試步驟第6.13~6.15節分別進行E21-S11A轉至“TEST”位置操作及進行E21-S13A與E21-S12A轉至“NORMAL”位置操作，但並未執行相關E21-K3A電驛失能及E21-K2A電驛與E21-K4A電驛賦能驗證。</p> <p>(四)查證電廠依據程序書602.2.6.1.1「RCIC蒸汽管路高流量及低壓力之功能測試程序(18個月執行)」執行RCIC管路低壓力邏輯功能測試，發現電廠參閱程序書附圖(二)分別執行PSL-E51-N019A/C及PSL-E51-N019B/D管路低壓力監視開關功能測試之儀器佈置時，因應測試壓力監測，於10閥裝置壓力指示器，惟相關佈置操作並未詳述於程序書中。</p> <p>(五)查證電廠依據程序書602.2.6.5「RCIC汽機高排氣壓力、汽機排氣膜片</p>			

## 核能電廠注意改進事項（續頁）

高壓力及泵浦進口低壓力功能測試程序」執行RCIC汽機排氣膜片高壓力邏輯功能測試時，於測試步驟第6.2.1節說明拆除 H11-P621盤AA-88之外線（有色線），並將該外線接上三用電錶對地量測電壓約為0 VDC，但由於汽機跳脫之E51-K8電驛於測試前即因管路低壓力引動相關隔離邏輯而賦能，致E51-C002內之coil R接點閉合，因此，於拆除H11-P621盤AA-88之外線後，H11-P621盤AA-88之外線對地實際電壓應約為-65VDC，而非0 VDC。

- (六)查證電廠依據程序書602.2.6.5「RCIC汽機高排氣壓力、汽機排氣膜片高壓力及泵浦進口低壓力功能測試程序」執行RCIC汽機排氣膜片高壓力邏輯功能測試時，由於測試前RCIC即因管路低壓力引動相關隔離邏輯，因此，該程序書乃於測試步驟第6.3.1.1節分別拆除H11-P618盤CC-71/CC-67及H11-P621盤BB-85/BB-87有色線，以隔離RCIC管路低壓力信號，但後續並未重新再執行RCIC隔離復歸動作。

參考文件：

## 核能電廠注意改進事項

編 號	AN-CS-103-008-0	日 期	103 年 06 月 18 日
廠 別	核一廠	承 辦 人	顏志勳 2232-2168
<p>注改事項：核一廠 2 號機 EOC-26 大修期間，發現保護電驛及控制開關係養維護之缺失，請檢討改善。</p> <p>內 容：</p> <p>一、依據程序書 758.2「延時電驛測試檢查程序書」，其中 CS 系統之 5 秒延時電驛為 K16A&amp;B，其延時電驛之校正範圍為 5 秒<math>\pm</math>1 秒，該電驛屬奇異 CR2820 型，而依程序書步驟 3.10 所述該型電驛準確度應為設定值之<math>\pm</math>10%，換算後為<math>\pm</math>0.5 秒，因數據如偏移過大有可能為元件老化或故障問題，請再研議其校正標準之適當性。</p> <p>二、5 月 14 日查看電氣組依據程序書 758.2.1「延時電驛測試檢查程序書」之執行，發現已完成之維護查證表(一)中，其中 MCP-120-9 編號：DVCOR 電驛，校正後 3 次數值仍有一次為 4.401 秒(容許誤差應在 0.4 秒內)，不在容許誤差範圍內，但仍取其數據，平均後為最後校正值，與程序書中步驟 3.9 說明”於調整後需做 3 次測試(每次皆在容許誤差內)取其平均值為校後值”之規定不符。</p> <p>三、依程序書 758.1.2/3/4/5 及 758.9「奇異 HFA 型電驛檢查」，與 758.6.1/2/3/4 及 758.10「奇異 HGA 型電驛檢查」，在針對接觸器接點清潔之工具，皆非程序書步驟 6.7 所指接點清潔擦拭工具(名稱為 P.K NEUSES INC 製的 CB5 型)，查證電氣組或儀控組之現場作業，皆使用一橡皮工具或擦拭棒用來取代原廠之 CB5 型清潔工具，請說明及評估其可取代性，如屬可行，則請納入程序書。</p> <p>四、大修期間發現 EDG(含 5 號 EDG)現場之部份 GE SBM 型控制開關檢查及 5 號 EDG 現場之部分延時電驛校正，未納入程序書執行，電廠雖已於起動前完成初步清查及補行檢查校正，另承諾大修後將逐一核對以往 DCR，以達到清查的完整性，請將清查結果報會。</p> <p>參考文件：</p>			

## 核能電廠注意改進事項

編 號	AN-CS-103-009-0	日 期	103 年 06 月 26 日
廠 別	核能一廠	承辦人	黃郁仁 2232-2164
<p>事 由：核一廠 2 號機第 26 次大修期間，有關 ISI 檢測及 IST 測試作業之視察發現缺失，請檢討改善。</p> <p>內 容：</p> <p>一、 ISI檢測之視察發現：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 經查本次大修ISI檢測計畫有3口Class 1屬 B-D類別管嘴內側圓弧區域UT檢測，因有部分檢測探頭直徑小於EPRI認證程序書PDI-UT-11之0.75吋要求，以至本次大修不及執行檢測，不符修訂後第四個十年ISI檢測計畫承諾事項。請於下次大修重新執行完整之檢測，並提送經ANII審查認可之修訂檢測計畫。</li> <li>2. 經查核發處程序書ISI-UT-11-19雖有Sizing檢測類別，但實際檢測人員卻未有相關檢測能力驗證，若經Detection發現有指示情況，將無法進行後續細部檢測。請建立完整檢測人員資格，以確保若有指示發現情形，後續檢測作業能順利執行。</li> <li>3. ISI營運計畫第2-72項執行RPV-N07A爐蓋殼側鉸道UT檢測，現場發現檢測範圍未完整依Code執行，且未檢測之管嘴區域目前無EPRI能力驗證方法可供執行，請依ASME Code IWB-2007(a)檢測範圍進行檢討改善。</li> </ol> <p>二、 IST測試作業之視察發現：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 經查現場執执行程序書605.1備用硼液控制(SBLC)泵可用性測試期間，其SBLC Tank及測試Tank流量計C41-FI-R005校正期間為前次大修週期，電廠未於測試前更新校正標籤日期，應注意執行核對各項儀器校正是否仍在有效期限內，請檢討改善。</li> <li>2. 有關SBLC泵屬IST泵，依OM Code ISTB-3510-1規定泵能力驗證測試Comprehensive之差壓精確度須符合<math>\pm 0.5\%</math>以下，惟目前量測測試中泵進口壓力作法為測試槽正常液位至泵進口中心線之垂直距離乘以液體比重，另ESWP亦有相同問題，請檢討改善。</li> </ol>			

## 核能電廠注意改進事項（續頁）

3. 另ISTB-3510(a)規定前述泵能力驗證測試Comprehensive之量測複合精確度亦需達到 $\pm 0.5\%$ 以下，因此目前多數ECCS系統以進出口壓力錶相減得到差壓之作法，請檢討能否符合Code要求。
4. 經查現場執行程序書612.18.1爐水流失事故後氫氣再結合器之定期測試，發現執行步驟6.7.1現場盤面警報測試時，程序書511.2.28相關須可用TE-1/4/5/7B警報窗有未出現警報等異常情形，請改善。
5. 位於乾井內減震器編號SRV-436，現場查證發現其自乾井拆解過程，因其型式屬機械式減震器，拆解時未將減震器活塞桿保護固定，且應依程序書612.19第6.2.6節規定在拆御搬運時，須有監工在場，並要求包商小心搬運，避免油杯及活塞桿受碰撞，請檢討改善。

參考文件：1. ASME B&PV Code Sec XI、OM Code IST-B

2. 核一廠相關程序書 605.1、612.18.1、612.19。

## 核能電廠注意改進事項

編 號	AN-CS-103-010-0	日 期	103 年 07 月 03 日
廠 別	核一廠	承 辦 人	陳家貫 2232-2163
<p>注改事項：核一廠 2 號機第 26 次大修期間，燃料更換作業相關視察發現，請檢討改善。</p> <p>內 容：</p> <p>本次大修於燃料挪移期間共發現 C2F506、C1D110、及 C2F040 三根燃料鎖緊裝置(Fastener)受損或螺栓斷裂事件，相較前次大修有增加情形，請針對此現象提出分析說明。本會前於 2 號機 EOC-24 大修後業開立注意改進事項 AN-CS-100-11 要求對Fastener受損斷裂作肇因分析及研提改善方法，惟此次大修仍出現類似情形，請根據此次狀況，詳細比對肇因分析報告，完整提出澄清說明，並研擬有效之解決方案。</p>			
<p>參考文件：燃料匣鎖緊裝置螺栓斷裂肇因分析報告</p>			



## 核能電廠視察備忘錄

編 號	CS-會核-103-2-0	日 期	103 年 6 月 26 日
廠 別	核能一廠	相 關 單 位	駐核一廠安全小組
<p>事 由：2號機第26次大修期間，有關ISI/IVVI檢測及IST測試作業之待澄清事項。</p> <p>說 明：</p> <p>一、ISI 檢測之視察建議事項：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ISI 營運計畫第 2-18~21 項執行 CST 至 HPCI 管路 PT 及 UT 檢測，現場檢測銲道位於 CST 鄰近 Sump 高低落差較大區域，其執行低處 OD 及 ID 銲道檢測可能受限於人員能接近範圍限制，建議應利用搭架執行檢測作業，以確保檢測人員安全、作業品質與檢測範圍之完整性。</li> <li>2. ISI 營運計畫第 2-46 項執行反應爐 N14A 管嘴出口管路 PT 檢測，現場檢測銲道因前次大修有支架影響檢測範圍，本次大修進行支架臨時移除作業時管路有焊渣噴濺情形，雖電廠重新研磨將焊渣噴濺移除後再次做 PT 檢測，檢測結果正常無指示；惟本次支架移除將影響原 DCR 改善內容，請確認後續復原作業及未來檢測之替代方案。</li> <li>3. ISI 營運計畫第 2-63 項執行 RHR Pump 殼基座 PT 檢測，現場進行施加滲透液於銲道超出 Code 要求 <math>T=1/2"</math> 之檢測範圍許多，建議應依循 ASME Code Sec. XI IWC-2000 檢測範圍執行。</li> <li>4. ISI 營運計畫第 2-67~68 項執行 RPV 爐蓋 Nuts 與 Washers 之 VT-1 檢測，現場目視檢測發現編號#36 的 Nuts 邊緣凹槽有一輕微磨損，雖不影響 Nuts 內緣螺牙功能，但後續請持續進行追蹤檢查。</li> </ol>			

## 核能電廠視察備忘錄(續頁)

### 二、 IVVI 檢測之視察建議事項：

有關本次大修 Jet Pump WD-1 之 Wedge Rods 檢查，發現有一支 JP 01 之 Wedge Rod 部分有輕微磨損情況約總寬度 1.8%，電廠已依 EPRI 2014-019 文件更新 WD-1 檢查項目要求，將執行兩週期 100% Wedge Bearing Surfaces 及 Rod 的 VT-1 檢查，惟未更新於 IST 大修計畫與程序書 701.15 內容。請持續依 EPRI 更新 WD-1 檢查項目要求，於 #1EOC-27/28 及 #2EOC-27 大修各執行 50% Jet Pump WD-1 檢查數量，並修訂於程序書內容，另請電廠確認目前程序書檢測範圍與要求是否與 BWRVIP-41 新版次有所差異。

### 三、 IST 測試之視察建議及澄清事項：

1. 有關控制室執执行程序書 608.1.4 抑壓槽通乾井真空破除器試驗，發現執行閥開關測試前後有異常開關情形，經查現場亦同時進行該空間維修作業，故須開啟 Vac BKR 維持通風，惟該作業可能會影響測試進行及結果判定之虞，請澄清說明。
2. 經查現場執执行程序書 612.18.1 爐水流失事故後氬氣再結合器之定期測試，發現執行步驟 6.12 量測 MOV-108-10 閥 Stroke Time 時，事先將盤面該閥指示燈號電源 HS-6/7/8/9 關閉，直接利用 VI 方式記錄，與其他閥觀察盤面紅綠燈號方式有所不同，請澄清說明。
3. 有關本次大修管路揮動限制器編號 RR-WHIP-B03/B11、FW-WHIP-B02、MS-WHIP-B02/D02 等 5 口限制器皆位於乾井內，經查上述限制器螺栓有上油漆、揮動限制器未有銘牌，以及 FW-WHIP-B02 方位 115 度與 IST 計畫標示 135 度不符等情形，請澄清說明。

承辦人：黃郁仁

電話：2232-2164