

109 年第 1 季
核一廠核安管制紅綠燈視察報告

主題：維護有效性-燃料安全維護

行政院原子能委員會 核能管制處

中華民國 109 年 4 月

目 錄

頁次

視察結果摘要	1
報告本文	2
壹、前言	3
貳、視察結果	4
一、冷卻水存量控制	4
二、儀器、警報和洩漏偵測	7
三、水化學與淨化控制	9
四、臨界安全與控制	12
參、結論	16
肆、參考資料	16
附件一、109 年度第 1 季核能一廠核安管制紅綠燈視察計畫	17
附件二、注意改進事項 D-AN-CS-109-02-0	18

視察結果摘要

本次核一廠核安管制紅綠燈視察係依據行政院原子能委員會（以下簡稱本會）程序書NRD-PCD-015「核安管制紅綠燈視察作業規劃」所規劃之時程進行，由本會核能管制處核一廠專案小組於109年3月2日及3月5～11日赴台電公司核一廠執行「維護有效性」相關作業情形查證。

本次視察參考本會NRD-IG-59「除役階段電廠用過燃料池的安全性視察程序書」及核一廠相關程序書等，就冷卻水存量、控制儀器警報和洩漏偵測、水化學與淨化控制及臨界安全與控制等項目進行視察查證。

本次視察共有24項視察結果，針對其中需進一步改善之視察發現本會已開立注意改進事項D-AN-CS-109-02-0，要求電廠檢討改善。初步評估相關視察發現對風險無顯著影響，亦對燃料安全無顯著性影響，故判定屬無安全顧慮之綠色燈號。

報告本文

壹、前言

為使民眾易於瞭解核能電廠運轉安全狀況，行政院原子能委員會(以下簡稱本會)已參採美國核管會反應器監管方案建立核安管制紅綠燈制度，期望藉由此一制度提供民眾具體易懂之電廠安全狀態資訊，並作為本會管制措施調整之參考。依據此一制度本會已建置 NRD-PCD-015「核安管制紅綠燈視察作業規劃」程序書，每季組成專案視察團隊依規劃之主題項目赴核電廠視察。核一廠雖已於 108 年 7 月 12 日獲本會核發除役許可並於 108 年 7 月 16 日正式進入除役階段，但因爐心內之核子燃料受乾貯設施無法如期使用影響，仍需暫存爐心，為確保暫存期間用過核子燃料安全，原能會除依國際間此階段除役核電廠仍依運轉期間之標準管制核一廠涉及用過核子燃料安全之有關作業外，為惕勵核一廠落實相關設備系統之維護測試作業規定要求，同時亦使民眾便於了解暫存期間用過核子燃料安全狀況，原能會檢視運轉期間核安管制紅綠燈之制度及作法，依據此階段安全需求及核一廠系統設備組態，修訂不適用於除役期間之指標，以及停用系統設備情形調整相關視察內容，使其亦可適用於除役過渡階段前期之除役機組。依據調整後之作法，以及視察內容與排程，本(109)年度核一廠除役期間核安管制紅綠燈第 3 季專案團隊視察主題為：維護有效性-燃料安全維護。本次視察參照本處 NRD-IG-59「除役階段電廠用過燃料池的安全性視察程序書」，以督促台電公司在除役過渡階段，能落實用過核子燃料的貯存安全維護，及爐心與用過燃料池中子吸收材料的管理和檢查，以確保用過核子燃料移出爐心及用過燃料池

前之安全。

本次視察期間為 109 年 3 月 2 日及 3 月 5～11 日，由本會核管處核一廠專案小組曹科長率視察團隊赴核一廠執行，視察人力計 18 人日（未計入駐廠視察員），視察計畫詳如附件一。

本次視察主要係依據本會視察程序書 NRD-IP-111.12「維護有效性」，參照本處 NRD-IG-59「除役階段電廠用過燃料池的安全性視察程序書」及核一廠相關程序書等，以督促台電公司在除役過渡階段，能落實用過核子燃料的貯存安全維護，及爐心與用過燃料池中子吸收材料的管理和檢查，以確保用過核子燃料移出爐心及用過燃料池前之安全。視察項目包括：冷卻水存量、控制儀器警報和洩漏偵測、水化學與淨化控制及臨界安全與控制等，視察方式包括文件審閱、人員訪談及現場查證等。

貳、視察結果

一、冷卻水存量控制

（一）視察範圍

本項視察主要針對反應爐、用過燃料池冷卻系統(SFPCCS)及用過燃料池新增冷卻系統(SFPACS)等之相關設備組件與維護情形進行查證，除參照本會視察程序書NRD-IG-59「除役階段電廠用過燃料池的安全性視察程序書」之內容執行外，並參考美國核管會視察程序書IP 60801「Spent Fuel Pool Safety at Permanently Shutdown Reactors」以及核一廠除役過渡階段前期安全分析報告書（PDSAR）、

相關程序書與廠家設計文件等資料進行視察作業，主要查證內容如下：

- 1.用過燃料池、反應爐及其聯通管路系統的配置。
- 2.SFPCCS 及 SFPACS 可能的虹吸或排水路徑及其相關程序書。
- 3.主動(含閥、馬達等)或被動排水系統(含臨時軟管)之維護紀錄情形。

(二)視察結果

1.簡介

本項視察有 8 項視察結果，經評估未明顯影響系統功能，故評估結果屬無安全顧慮之綠色燈號。

2.說明

- (1)抽查程序書 D608.5.1 「潛在性洩放爐水操作(OPDRV)管制程序書」，發現 1.1 節有運轉模式 4 之相關敘述，與現況不符，請電廠平行展開修正。
- (2)依 NRD-IG-59 「除役階段電廠用過燃料池的安全性視察程序書」，說明用過燃料池及其聯通管路系統配置，確定是否有任何可能排水路徑，查證 1 號機 109 年 2 月 17 日至 2 月 20 日執执行程序書 D608.5.1 紀錄，發現紀錄未敘明執行該程序書原因，經人員訪談告知 1 號機因工作需要進入運轉規範 LCO 而執行該程序書 1.2 節有關 OPDRV 部分，因本項非定期執行項目，建議應敘明執行該程序書原因，請檢討改善。
- (3)核一廠 2 部機組均已進入除役階段，大多數系統已列為 5C 停用系統，並陸續執行隔離停用中，惟程序書 D608.5.1 仍列 5C 隔離停用系統為 6.0 節「潛在性洩水」之查證程序系統，請檢討 5C 隔離停用系統列入查證程序之正確性。

- (4)依程序書 D205「維持冷爐停機狀態」抽查 109 年 2 月 5 日至 20 日期間每日值班運轉人員執行紀錄，發現步驟第 4.1.5 節水位核對項次未紀錄且未簽名，經人員訪談該項次可由程序書 DOPER-08-1「主控制室反應器操作員紀錄」獲得，但與規定不符，請電廠檢討改善。
- (5)依程序書 D205，第 4.1.4 節規定在 MODE 5 時，維持爐水溫度在 27.8℃ 與 100℃ 之間，查證程序書內容，發現並無相關須執行此溫度查核之要求，經人員訪談電廠說明須參考程序書 DOPER-08-1 得知，建議核對溫度項次應列入相關紀錄中，以符合程序書之規定要求。
- (6)依程序書 D780.7「止回閥（CHECK VALVE）檢修程序書」，第 6.2.4 節載明「注意各相關零件耐蝕潤滑劑（NEVER SEIZE）的使用和核能級非核能級）」、第 6.5.3 節載明「閥體之其他內表面有無凸點」等重要步驟，查證檢修所執行之相關閥類設備維護工作維護查證表內容，發現維護查證表無相關維護結果紀錄，建議程序書第 6 節所列執行項目應完整列入維護查證表中，以利確實完整執执行程序書所規定之作業項目。
- (7)依 NRD-IG-59「除役階段電廠用過燃料池的安全性視察程序書」，說明為防止用過燃料池冷卻水存量的減少，應有防止虹吸現象的設計。針對虹吸現象設計之排氣閥 V-166-288，現場查看反應器廠房 5 樓新增燃料池冷卻系統，經人員訪談電廠明瞭當壓力異常時，依程序書 D303.6.1「新增燃料池冷卻系統」之第 7.1 節規定逸氣，未發現缺失。
- (8)抽查程序書 OPER-08-1「主控制室反應器操作員紀錄」，查證 109 年 2 月 1

日至 2 月 29 日主控制室反應器運轉紀錄，電廠依規定每日 3 值執行紀錄完整，未發現缺失。

3.分析

視察結果第(1)~(2)及(4)~(6)項為文件內容瑕疵，第(3)項為文件查證內容之正確性，故以上視察結果並未明顯影響其系統安全功能，判定屬無安全顧慮之綠色燈號。

4.處置

上述第(1)~(6)項視察結果已開立注意改進事項，要求電廠檢討改善。

二、儀器、警報和洩漏偵測

(一)視察範圍

本項視察主要針對除役期間使用的用過燃料池儀器、警報和洩漏偵測系統，以確保用過燃料的貯存安全，包括用過燃料池水位和溫度儀器、校正、警報設定點和警報反應程序書，用過燃料池洩漏收集系統、相關警報、水位和/或流量儀器以及資料的收集和趨勢。用過燃料池水位儀和警報器須確保運轉人員能及時發現任何重大的水存量喪失。對警報反應過程應要求進行洩漏評估和意外事故行動，包括補水、冷卻和放射性考慮。儀器和警報器應按照設備程序書定期校正。

主要查證內容如下：

1. 查核儀器、警報和洩漏檢測系統。(包括水位、溫度和區域輻射值)
2. 查核洩漏收集系統、相關警報、水位和/或流量儀器的功能性，以及數據的記錄和趨勢。
3. 評估用過燃料池洩漏檢測系統的功能性以及可能的系統洩漏點(即管路及

配件接頭)適當監測。

(二)視察結果

1.簡介

本項視察有4項視察結果，經評估未明顯影響系統功能，故評估結果屬無安全顧慮之綠色燈號。

2.說明

(1)針對 1 號機反應爐維持開蓋狀態，需建立長期固定之水位監測儀，查核 DCR

006「反應爐 FLANGE 與 CAVITY 水位監視儀強化改善案」，1 號機設備已於 109 年 12 月安裝完成啟用，品質組要求 5 月份完成相關圖面，另關於程序書之訂定，其中程序書 D601.27.3 「LT-B21-N080C 共管反應爐水位儀器校正及迴路測試程序書」已於 108 年 12 月完成修訂，而品質組仍於 DCR 文件之程序書 D1103.01 附件十三於 109 年 2 月 6 日要求於 109 年 5 月 15 日完成，應改善並儘速完成相關正式圖面修訂。

(2)查證 1 號機 EOC-27 PART 3 執行程序書 706.4 「燃料池冷卻淨化系統儀控設備大修校正程序書」，發現附件一設備檢查校正記錄表，有設定點未列出校正

接受標準，及部分儀器(PI-116-5A/56 等)之校正規定範圍，因設備更新而未同步更動，且無校正後是否符合規定之註記，應修訂目前適用之程序書 D706.4

「燃料池冷卻淨化系統儀控設備 MSC 校正程序書」相關內容。

(3)查看 1 及 2 號機程序書 D602.4.6 「區域輻射監測儀器校正程序」，ARM 校正

記錄未發現異常，惟發現 2 部機反應器廠房 5F 東北、西北及西的 ARM NO.27、

29 及 30 之高警報設定值不一致，目前 2 號機仍維持運轉期間之設定，並提臨時設定點變更，調整高警報設定值，1 號機則已做永久性變更。因應除役過渡前期之長期開蓋現況，建議重新檢討評估反應器廠房 5F 區域輻射監測儀器之設定值。

(4) 為確認目前用過燃料池襯板洩漏偵測系統之配置與原設計圖面 9891-G-917(S) 之一致性，抽查 2 號機洩漏偵測器 J、F 及 U 之上游洩漏偵測位置與下游集管編號，確認現場實際狀況符合其原設計圖面所示之配置，未發現缺失。

3.分析

視察結果第(1)項屬品質查核之合理性及時效掌控問題，第(2)項屬程序書執行缺失，第(3)項屬因應除役過渡前期之現況，檢討評估設備的適用性。初步判定以上視察結果並未明顯影響其系統安全功能，故判定屬無安全顧慮之綠色燈號。

4.處置

視察結果第(1)~(3)項已開立注意改進事項，要求電廠進一步改善。

三、水化學與淨化控制

(一)視察範圍

本項視察係依據NRC視察程序書IP-60801、核一廠800系列放射化學程序書及D128防止異物入侵作業指引，就核一廠用過燃料池系統、水化學分析實驗室、用過燃料池等項目進行現場查證，並抽查實驗室儀器校正相關紀錄文件，及用過燃料池水化學與淨化控制系統設備維護紀錄相關文件。主要查證項目如下：

- 1.依據運轉規範要求查證爐水與池水純度標準、放射性核種濃度限制和硼濃度之化學和淨化控制等是否符合程序書與相關規定。
- 2.用以保護用過燃料完整性與冷卻之異物入侵和相關水化學程序書、查證電廠防止異物入侵落實程度。
- 3.查證電廠維護程序書確認電廠定期維護紀錄是否符合規定。

(二)視查結果

1. 簡介

本項視察有 6 項視察結果，經評估未明顯影響系統功能，故評估結果屬無安全顧慮之綠色燈號。

2. 說明

- (1)有關程序書D803.2「放射性化學實驗室一般作業管理」，其附件表單所列之藥品及儀器，經核對實驗室所屬相關設備及藥品，發現有漏列之情形，請檢討改善。
- (2)經查實驗室分析儀器之所屬程序書，發現部分程序書之校正相關規定未臻完備，請依儀器特性並參考廠家手冊訂定適宜之校正方式、校正頻次、數據處理(如Radiometer CDM210之儀器校驗品管卡上有計算公式，然程序書中未說明數據處理方式)、容許誤差範圍或合格判定標準等相關規定。
- (3)依NRC IP-60801第3.3節說明，經營者所使用之化學分析儀器應經過校正且符合管制要求，經查實驗室分析儀器之校正紀錄，發現同一儀器之儀器校驗品管卡之校正結果欄，其結果呈現方式不一，部分報告校正結果空白但有附件，

部分於校正結果欄填寫分析結果但無附件，針對校正結果之撰寫方式，電廠應有一致之做法，且校正者於撰寫報告時應有完整之報告及數據等佐證紀錄。另分光光度計儀器校驗品管卡，有部分品管卡之參數範圍欄位填寫「如廠家手冊」，依品保規定應填寫明確範圍，請一併於程序書訂定相關規定。

(4) 經查化學實驗室分析儀器之儀器校驗品管卡，發現僅有校正者(環化組)及複核者(放化課及水處理課)核章，品質組未有相關品質查核紀錄，另導電度計之儀器校驗品管卡(MARTEK22儀器編號CH-0421-COND與CH-0423-COND，校正日期108年6月4日)，其校正日期有誤植情形，台電公司應落實複核相關作業規定，請檢討改善。

(5) 依NRC IP-60801第3.3節說明，經營者須對用過燃料池系統進行適當維護和運轉，以保持水質和放射性核種濃度在可接受值。經查電廠執行2號機燃料池冷卻淨化(FPCU)系統及爐水淨化系統維護紀錄，確認電廠執行紀錄完整，現場施工所使用之工具均經校正並予以記錄，品質人員亦訂定查證點執行查證，惟發現 FPCU泵1B 維護紀錄，有部分檢測數據未詳實填寫檢測數值，而是以打勾代表合格，例如泵震動值與泵出口壓力等，另FPCU持壓泵維護紀錄也發現有類似問題，請檢討改善。

(6) 依NRC IP-60801第3.3節說明，經營者應實施異物入侵防範管制計畫或其他廠務管理措施，以避免對用過燃料的貯存安全產生不利影響，經查電廠反應器廠房5樓防止異物入侵措施，確認電廠燃料池/反應爐/乾燥器與分離器穴周邊均已建立隔離，現場並使用有色膠帶進行固定，符合電廠程序書規定。

3. 分析

視察結果第(1)~(4)項屬實驗室及儀器校正相關管理規定未完備，第(5)項屬燃料池冷卻淨化系統與爐心淨化系統之維護品保紀錄之相關缺失，初步評估未影響電廠安全，故評估結果屬無安全顧慮之綠色燈號。

4. 處置

視察結果第(1)~(5)已開立注意改進事項，要求電廠進一步改善。

四、臨界安全與控制

(一)視察範圍

本項視察主要針對監測用過燃料池中子吸收材料定期測試及用過燃料池結構完整性監測，包含定期測試與監測方法及接受標準依據，依核一廠除役計畫(DP)、除役過渡階段前期安全分析報告書(PDSAR)、除役過渡階段前期技術規範(PDTS)、相關程序書與廠家設計文件，並參考美國聯邦法規10CFR50.68"臨界事故要求"和 10CFR50 附錄 A"核電廠一般安全設計準則"第 62 條"燃料貯存和裝卸的臨界預防"或適用的相當監管標準、美國核管會信息通告(IN) 2014-14 "對用過燃料池貯存的潛在安全性提升"(使用分散模式存儲最近退出的燃料組件) 等資料進行視察作業，主要查證內容如下：

1. 監測用過燃料池中子吸收材料定期測試，確保用過燃料池不會發生次臨界現象。此通常與燃料組件格架間距，含硼片(Bora flex)或其他永久性中子吸收材料，以及物理設計的特點有關。因此，必須確保這些材料在正常運轉條件和設計基準事件中執行其安全功能。

- 2.用過燃料池結構完整性監測，現場巡查和視察用過燃料池系統之結構狀況和完整性；審查在用過燃料池結構上進行的任何檢查與補強；根據現場條件和持照基準文件評估連接到用過燃料池的永久性和臨時系統的系統組態控制；確定用過燃料池系統的耐震性能。
- 3.用過燃料池內 1x4 佈局挪移執行情形，以確保當燃料退出爐心後立即以分散模式放置，同時於用過燃料池熱負荷高時，應採取緩解策略，將用過燃料貯存在更有利的裝載組態中，以降低與用過燃料池相關的風險。
- 4.執行用過燃料池的巡查，以確定用過燃料池內部和周圍的廠務管理情形，應特別注意會增加用過燃料貯存不安全的異物。
- 5.用過燃料池相關定期測試與結構完整性監測紀錄，包括實施內容、執行週期及是否列入程序書管控。

(二)視察結果

1.簡介

本項視察有 6 項視察結果，經評估未明顯影響用過燃料池之能力，故評估結果屬無安全顧慮之綠色燈號。

2.說明

- (1)依程序書D1019「用過燃料池儲存格架硼試片檢驗」步驟第6.10.2節訂定硼濃度監測警戒值為125 ppb與警報值150ppb。經查該監測值為運轉期間用過燃料池之接受標準，與除役期間反應爐與用過燃料池連通狀態不同，建議應配合實況檢討修訂除役期間硼濃度合理監測值。

- (2) 依程序書 1019「用過燃料池儲存格架硼試片檢驗」查證核一廠分別於 1、2 號機 EOC-27 大修期間取出硼試片編號 6 進行除污、烘乾、脫水，以及尺寸量測與密度，量測結果試片厚度增加量小於原始厚度 8%，且 B-10 密度仍大於 0.0167 g/cm^2 ，符合接受標準。
- (3) 依程序書 1001「特種核物料移轉與存量之管制」查證核一廠分別於 1、2 號機 EOC-27 大修期間燃料池內 1x4 佈局挪移執行情形，核一廠兩部機大修前分別於 103 年 9 月與 104 年 10 月執行用過燃料池內部分 1x4 佈局挪移，並保留 1x4 空間與雙葉導板(DBG)位置，大修期間將該週期爐心佈局規劃之用過燃料退至用過燃料池完成 1x4 佈局擺放，符合要求。
- (4) 依程序書 1018「反應器核心和燃料儲存池查證」查證核一廠 1、2 號機 EOC-27 大修期間，執行燃料吊運與填換之錄影與品質文件等紀錄，抽查結果爐心、用過燃料池佈局等影像紀錄與相關品質文件相符。另針對該程序書第 2.1 節適用時機為燃料儲存池與爐心內之燃料移動後執行本程序書，惟目前核一廠已改採其他方式替代原水底攝影機執行，可供本程序書所訂相關查證作業，惟程序書並未修訂有關作業程序，請檢討改正。
- (5) 現場查證 1 號機反應器廠房 5 樓爐心、用過燃料池與新燃料窖現況，目前爐心、用過燃料池之用過燃料依程序書 1001「特種核物料移轉與存量之管制」等規定進行管制，另新燃料窖無存放新燃料，新燃料窖格架狀況良好亦無鏽蝕、硼片腫脹與積水情形，格架上方並以水泥塊及壓克力板覆蓋，避免發生異物入侵可能；惟視察過程發現，燃料台車有碰

撞新燃料窖上方放置之大修臨時使用的鐵橋並遭卡住情形，考量新燃料窖距燃料台車軌道較近，建議除應注意人員操作與落實廠務管理外，前述情形亦應納入未來燃料吊運作業安全及規範內容，提醒注意相關操作作業，避免類似情形再次發生。

- (6)有關2號機反應器廠房二樓南側天花板(即燃料池樓板)，已於多年前針對天花板之裂縫進行環氧樹脂補強。根據台電公司所提檢測報告內容所述，該裂縫為混凝土乾縮所致。經比對103年至108年照片，並至現場視察發現裂縫數量及長度並未明顯增長。惟為保守起見，應再檢視既有燃料池樓板計算書，樓板主拉應力(principle tensile stress)與裂縫分佈相關情形。

3.分析

視察結果第(1)項為程序書監測值為運轉期間用過燃料池之接受標準，與除役期間反應爐與用過燃料池連通狀態不同，係為除役程序書轉換修訂瑕疵，電廠已檢討建置除役期間之接受標準作為監測值；第(4)項為現場設備與程序書先備條件不符之問題，反應爐與用過燃料池燃料佈局仍與大修期間廠家安全分析相符；第(5)項為現場設備存放與廠務管理問題，電廠已於視察期間排除燃料台車軌道異物卡住情形；第(6)項為再檢視燃料池結構與安全評估分析符合性，現場視察結果未有明顯劣化情形，故以上視察結果並未明顯影響其系統安全功能，判定屬無安全顧慮之綠色燈號。

4.處置

上述第(1)、(4)~(6)項視察結果已開立注意改進事項，要求電廠檢討改善

。

參、結論

本季紅綠燈視察，針對維護有效性主題進行查證，綜合視察結果顯示核一廠核子燃料安全貯存設備之運轉狀況及維護測試結果均能符合要求。此次專案視察總計有24項視察結果，初步評估並未對維護有效性有顯著影響，故仍屬無安全顧慮之綠色燈號。視察結果中需進一步改善部分，已開立注意改進事項D-AN-CS-109-02-0，要求電廠檢討改善，後續本會仍將持續追蹤電廠之改善措施執行情形，以督促其確實改善完成。

肆、參考資料

1. NRD-IG-59「除役階段電廠用過燃料池的安全性視察程序書」。
2. NRC Inspection Procedure-60801「Spent Fuel Pool Safety at Permanently Shutdown Reactors」
3. 核一廠除役過渡階段前期安全分析報告、核一廠除役過渡階段前期技術規範、相關程序書與廠家設計文件。

109 年度第 1 季核能一廠核安管制紅綠燈視察計畫

一、視察目的

本季依本會核安管制紅綠燈視察規劃實施「維護有效性」視察，參照本處 NRD-IG-59「除役階段電廠用過燃料池的安全性視察程序書」，以督促台電公司在除役過渡階段，能落實用過核子燃料的貯存安全維護，及爐心與用過燃料池中子吸收材料的管理和檢查，以確保用過核子燃料移出爐心及用過燃料池前之安全。

二、視察人員

(一)領隊：曹科長松楠

(二)視察人員：

宋清泉、張國榮、吳東岳、黃郁仁、曹裕后、江建鋒、林子桀、顏志勳

三、視察時程：

(一)時間：109 年 3 月 2 日，3 月 5～11 日

(二)視察前會議：

109 年 3 月 2 日上午 10:30

(三)視察後會議：

109 年 3 月 11 日下午 14:30

四、視察項目：

針對以下爐心及用過燃料池安全維護項目，執行相關作業查證。

(一)冷卻水存量控制

(二)儀器、警報和洩漏偵測

(三)水化學與淨化控制

(四)臨界安全與控制

五、其他事項：

(一)視察前會議時，請電廠提出下列簡報：

1. 冷卻水存量控制：

- (1) 說明用過燃料池、反應爐及其聯通管路系統的配置。
- (2) 可能的虹吸或排水路徑之事件補償措施及程序書。
- (3) 主動或被動排水系統(含臨時軟管)維護策略。

1. 儀器、警報和洩漏偵測

- (1) 目前儀器、警報和洩漏檢測系統。(包括水位、溫度和區域輻射值)
- (2) FSAR 及 TS 的符合性。
- (3) 說明洩漏收集系統、相關警報、水位和/或流量儀器的功能性，以及程序書數據的記錄和趨勢。

2. 水化學與淨化控制

- (1) 說明化學和淨化控制程序書依據 TS 要求保持水純度標準、放射性核種濃度限制和硼濃度。
- (2) 用以保護用過燃料完整性與冷卻之異物入侵、可燃物管制和相關水化學程序書。

3. 臨界安全與控制

- (1) 監測用過燃料池中子吸收材料定期測試。
- (2) 說明用過燃料池結構完整性監測。

(二)請核一廠先行準備視察所需之相關文件：

1. 涉及爐心及用過燃料池之冷卻水存量控制、水位儀器和洩漏偵測、水化學和淨化控制、臨界安全和控制等視察項目所述之維護相關作業程序書。
2. 提供目前適用的核臨界安全分析評估資料，考慮燃料排列之格架配置、燃料存放限制、中子吸收材料、燃料組件特性(如燃料設計、初始濃縮度、燃耗、可燃中子毒物負載)、可溶性硼濃度，以及包括燃料載重限制、最壞情況下的掉落分析等。
3. 用過燃料元件參數和特徵之品質文件。

(三)視察前後會議，請台電公司核後端處負責核一廠除役相關主管人員列席。

(四)惠請核一廠指派專人負責本次視察期間之相關聯繫事宜。

(五)本會聯絡人及電話：顏志勳技正 (02)2232-2168

編號	D-AN-CS-109-2-0	日期	109 年 4 月 20 日
廠別	核一廠	承辦人	顏志勳 2232-2168
事由：本會執行 109 年第 1 季核一廠核安管制紅綠燈「燃料安全維護」專案視察之發現，請檢討改進。 內容： 一、冷卻水存量控制儀器 1. 抽查程序書 D608.5.1「潛在性洩放爐水操作(OPDRV)管制」，發現 1.1 節有運轉模式 4 之相關敘述，與現況不符，請電廠平行展開修正。 2. 依 NRD-IG-59「除役階段電廠用過燃料池的安全性視察程序書」，說明用過燃料池及其聯通管路系統配置，確定是否有任何可能排水路徑，查證 1 號機 109 年 2 月 17 日至 2 月 20 日執行程序書 D608.5.1 紀錄，發現紀錄未敘明執行該程序書原因，經人員訪談告知 1 號機因工作需要進入運轉規範 LCO 而執行該程序書 1.2 節有關 OPDRV 部分，因本項非定期執行項目，建議應敘明執行該程序書原因，請檢討改善。 3. 已列為 5C 停用系統陸續執行隔離停用，惟程序書 D608.5.1 仍列 5C 隔離停用系統為 6.0 節「潛在性洩水」之查證程序系統，請檢討 5C 隔離停用系統列入查證程序之正確性。 4. 依程序書 D205「維持冷爐停機狀態」，抽查 109 年 2 月 5 日至 20 日期間每日值班運轉人員執行紀錄，發現 4.1.5 節水位核對項次未紀錄且未簽名，經人員訪談該項次可由程序書 DOPER-08-1 紀錄獲得，但與規定不符，請電廠檢討改善。			

核能電廠注意改進事項(續頁)

5. 依程序書 D205，第 4.1.4 節規定在 MODE 5 時，維持爐水溫度在 27.8℃ 與 100℃ 之間，查證程序書內容，發現並無相關須執行此溫度查核之要求，經人員訪談電廠說明須參考程序書 DOPER-08-1 得知，建議核對溫度項次應列入相關紀錄中，以符合程序書之規定要求。
6. 依程序書 D780.7 「止回閥 (CHECK VALVE) 檢修程序書」，第 6.2.4 節載明「注意各相關零件耐蝕潤滑劑 (NEVER SEIZE) 的使用和核能級非核能級)」、第 6.5.3 節載明「閥體之其他內表面有無凸點」等重要步驟，查證檢修所執行之相關閥類設備維護工作維護查證表內容，發現維護查證表無相關維護結果紀錄，建議程序書第 6 節所列執行項目應完整列入維護查證表中，以利確實完整執行程序書所規定之作業項目。

二、儀器、警報和洩漏偵測

1. 查核 DCR 006 「反應爐 FLANGE 與 CAVITY 水位監視儀強化改善案」，1 號機設備已於 109 年 12 月安裝完成啟用，品質組要求 5 月份完成相關圖面，另關於程序書之訂定，其中程序書 D601.27.3 「LT-B21-N080C 共管反應爐水位儀器校正及迴路測試程序書」已於 108 年 12 月完成修訂，而品質組仍於 DCR 文件之程序書 D1103.01 附件十三於 109 年 2 月 6 日要求於 109 年 5 月 15 日完成，請改善並儘速完成相關正式圖面修訂。

核能電廠注意改進事項(續頁)

2. 查證 1 號機 EOC-27 PART 3 執行程序書 706.4「燃料池冷卻淨化系統儀控設備大修校正程序書」，發現附件一設備檢查校正記錄表，有設定點未列出校正接受標準，及部分儀器(PI-116-5A/56 等)之校正規定範圍，因設備更新而未同步更動，且無校正後是否符合規定之註記，應修訂目前適用之程序書 D706.4「燃料池冷卻淨化系統儀控設備 MSC 校正程序書」相關內容。
3. 兩部機反應器廠房 5F 東北、西北及西的 ARM NO.27、29 及 30 之高警報設定值不一致，目前 2 號機仍維持運轉期間之設定，並提臨時設定點變更，調整高警報設定值，1 號機則已做永久性變更。因應除役過渡前期之長期開蓋現況，建議重新檢討評估反應器廠房 5F 區域輻射監測儀器之設定值。

三、 水化學與淨化控制

1. 有關程序書 D803.2「放射性化學實驗室一般作業管理程序書」，其附件表單所列之藥品及儀器，經核對實驗室所屬相關設備及藥品，發現有漏列之情形，請檢討改善。
2. 經查實驗室分析儀器之所屬程序書，發現部分程序書之校正相關規定未臻完備，請依儀器特性並參考廠家手冊訂定適宜之校正方式、校正頻次、數據處理(如 Radiometer CDM210 之儀器校驗品管卡上有計算公式，然程序書中未說明數據處理方式)、容許誤差範圍或合格判定標準等相關規定。
3. 依 NRC IP-60801 第 3.3 節說明，經營者所使用之化學分析儀器應經過校正且符合管制要求，經查實驗室分析儀器之校正紀錄，發現同一儀器之儀器校驗品管卡之校正結果欄，其結果呈現方式不一，部

核能電廠注意改進事項(續頁)

分報告校正結果空白但有附件，部分於校正結果欄填寫分析結果但無附件，針對校正結果之撰寫方式，電廠應有一致之做法，且校正者於撰寫報告時應有完整之報告及數據等佐證紀錄。另分光光度計儀器校驗品管卡，有部分品管卡之參數範圍欄位填寫「如廠家手冊」依品保規定應填寫明確範圍，請一併於程序書訂定相關規定。

4. 經查化學實驗室分析儀器之儀器校驗品管卡，發現僅有校正者(環化組)及複核者(放化課及水處理課)核章，品質組未有相關品質查核紀錄，另導電度計之儀器校驗品管卡(MARTEK22 儀器編號 CH-0421-COND 與 CH-0423-COND，校正日期 108 年 6 月 4 日)，其校正日期明顯有誤植情形，但複核者卻未能發現，台電公司應落實複核相關作業規定，請檢討改善。
5. 依 NRC IP-60801 第 3.3 節說明，經營者須對用過燃料池系統進行適當維護和運轉，以保持水質和放射性核種濃度在可接受值。經查電廠執行 2 號機燃料池冷卻淨化(FPCU)系統及爐水淨化系統維護紀錄，確認電廠執行紀錄完整，現場施工所使用之工具均經校正並予以記錄，品質人員亦訂定查證點執行查證，惟發現 FPCU 泵 1B 維護紀錄，有部分檢測數據未詳實填寫檢測數值，而是以打勾代表合格，例如泵震動值與泵出口壓力等，另 FPCU 持壓泵維護紀錄也發現有類似問題，請檢討改善。

四、 臨界安全與控制

1. 依程序書D1019「用過燃料池儲存格架硼試片檢驗」步驟第6.10.2節訂定硼濃度監測警戒值為125 ppb與警報值150ppb。經查該監測值為運轉期間用過燃料池之接受標準，與除役期間反應爐與用過燃料池

核能電廠注意改進事項(續頁)

連通狀態不同，應配合實況檢討修訂除役期間硼濃度合理監測值。

2. 程序書1018「反應器核心和燃料儲存池查證」第2.1節適用時機為燃料儲存池與爐心內之燃料移動後，目前核一廠已改採其他方式替代原水底攝影機執行，本程序書所訂相關查證作業，惟程序書並未修訂有關作業程序，請檢討改正。
3. 目前爐心、用過燃料池之用過燃料依程序書1001「特種核物料移轉與存量之管制」等規定進行管制，另新燃料窖無存放新燃料，新燃料窖格架狀況良好亦無鏽蝕、硼片腫脹與積水情形，格架上方並以水泥塊及壓克力板覆蓋，避免發生異物入侵可能；惟視察過程發現，燃料台車有碰撞新燃料窖上方放置之大修臨時使用的鐵橋並遭卡住情形，考量新燃料窖距燃料台車軌道較近，建議除應注意人員操作與落實廠務管理外，前述情形亦應納入未來燃料吊運作業安全及規範內容，提醒注意相關操作作業，避免類似情形再次發生。
4. 有關2號機反應器廠房二樓南側燃料池樓板，台電公司已於多年前針對天花板之裂縫進行環氧樹脂補強。根據所提檢測報告該裂縫為混凝土乾縮所致。經比對103年至108年照片，並至現場視察發現裂縫數量及長度並未明顯增長。惟為保守起見，應再檢視既有燃料池

核能電廠注意改進事項(續頁)

樓板計算書，樓板主拉應力(principle tensile stress)與裂縫分佈相關情形。

參考文件：