

110 年度第 2 季

核一廠核安管制紅綠燈視察報告

主題：設備組件設計基準視察

行政院原子能委員會

中華民國 110 年 12 月

摘要

本次專案視察由核管處核一廠專案小組曹科長及 4 位視察員組成視察團隊於核一廠執行，原訂於 110 年第 2 季執行，因配合 COVID-19 防疫措施，調整於 110 年 8 月 30 日至 10 月 1 日期間擇日執行本專案視察，此次挑選緊要廠用海水系統（ESW）及聯合廠房冷卻水系統（CSCW）二個系統，針對除役期間停用隔離作業對前述系統之影響評估(含電廠修改案)、設備可靠度審查及現場查核、運轉員操作及處理過程等部分進行查核，視察計畫詳參附件一。

本次視察有 6 項視察結果，其中有 2 項缺失，初步評估並未明顯影響系統功能及電廠設備組件設計基準，故評估結果屬無安全顧慮之綠色燈號。針對可以立即改善之項目，已於視察期間要求電廠立即改善，其他視察發現已開立注意改進事項要求電廠檢討改進。

目錄

	<u>頁次</u>
報告本文.....	1
一、 除役期間停用隔離作業對 ESW 及 CSCW 系統之影響評估(含電 廠修改案審查).....	2
二、 ESW 及 CSCW 系統運轉員操作及處理過程之審查.....	3
三、 ESW 及 CSCW 系統設備可靠度審查及現場查核.....	5
結論與建議.....	7
附件一 核一廠設備組件設計基準視察計畫.....	8
附件二 除役中核能電廠注意改進事項.....	11

報告本文

本次視察主要依照本處 NRD-IP-111.21「設備組件設計基準視察程序書」和參考美國核管會視察手冊 71111.21「Component Design Base Inspection」等進行電廠設備組件設計基準視察，此次視察之目的係在驗證此次視察所挑選的組件與系統，仍然維持設計基準、系統設備組件之設計具備有足夠之可靠度與安全餘裕，設備組件功能與運轉員操作能執行其設計基準功能之能力，以及運轉程序和措施與設計基準和持照基準之一致性。

本次視察項目挑選係考量核一廠部分設備已停用並進行隔離，但因爐心內尚有燃料未移出，為確認隔離停用系統與設備是否對於現有安全系統設計基準功能造成影響，此次視察挑選聯合廠房冷卻水系統（CSCW）及緊要海水系統（ESW）等二個系統，針對除役期間停用隔離（SERT）作業對前述系統之影響評估（含電廠修改案）、設備可靠度審查及現場查核、運轉員操作及處理過程等部分進行查核。

本次視察配合 COVID-19 疫情管控，執行期間自 110 年 8 月 30 日至 10 月 1 日，期間視察人員分別擇日前往，視察方式包括文件抽查、人員訪談及現場實地查證等。本次視察共投入 11 人天，視察結果說明如下。

一、除役期間停用隔離作業對 ESW 及 CSCW 系統之影響評估 (含電廠修改案審查)

(一)視察範圍

除役期間 ESW/CSCW 系統均有部分設備與管路因其支援系統已停用而配合隔離，故藉由查證電廠執行 SERT 文件，包括隔離範圍與相關安全評估等，確認系統經部分隔離後，其功能與設計是否仍符合 PDSAR 的要求，系統功能符合原預期效能。另至現場可接近區域進行巡視，以查核設備隔離後的現況。

(二)視察結果

1. 簡介

此次視察除查證與 ESW/CSCW 系統相關之 SERT 作業外，亦針對近 5 年 CSCW 系統與 ESW 系統之設計修改案（DCR）相關施工文件，查證範圍包含施工後測試、圖面修改及程序書修訂等進行查核，本項視察有 1 項視察結果，初步評估結果屬無安全顧慮之綠色燈號。

2. 說明

經查證發現目前核一廠 TBCW 系統隔離文件顯示，空壓機冷卻水由原 TBCW 改由 CSCW 系統供應冷卻水，雖然 CSCW 系統供應空壓機冷卻水是電廠原有設計管路，但此項設計只是作為大修時之彈

性應用，目前核一廠 2 號機如擬長期使用，需考量機組發生事故時 CSCW 系統邏輯必須隔離非安全負載，但目前 CSCW 系統供應空壓機冷卻水管路隔離閥是手動閥，並沒有自動切換關閉功能，此外電廠亦未針對 CSCW 系統負載能力於正常與事故時是否足夠，進行相關安全評估。上述發現視察期間電廠已立即開立指示卡並傳閱要求運轉人員於事故時，須立即將電廠 2 號機空壓機冷卻水改由生水系統提供冷卻，並進行 CSCW 系統負載評估，確認 CSCW 系統負載足以因應空壓機冷卻水。

3. 分析

2 號機空壓機冷卻水改由 CSCW 系統負載，電廠雖未事先進行安全評估，但發現後已立即補行相關安全評估，並確認未實質影響機組安全，評估結果屬無安全顧慮之綠色燈號。

4. 處置

本會已開立注意改進事項，要求電廠建立評估使用安全系統支援非安全設備之管制及安全評估機制，並將相關要求納入停用隔離作業程序書。

二、ESW 及 CSCW 系統運轉員操作及處理過程之審查

(一)視察範圍

本項視察主要針對系統之運轉經驗項目，查證正常與異常操作等

相關系統運轉及功能測試程序書，而相關運轉測試程序書其中對於 PDSAR、運轉規範及系統相關程序書之要求一致性，均列入查證重點項目。另運轉員作業項目對於特定之操作需求、預期之潛在惡劣或不良狀況亦為視察項目。

(二)視察結果

1. 簡介

本項視察有 1 項視察結果，評估視察發現並未影響運轉人員相關指揮操作能力，故評估結果屬無安全顧慮之綠色燈號。

2. 說明

(1)針對 CSCW 及 ESW 兩個系統設備運轉程序書及運轉員操作進行查核，查程序書 D509.3 緊要海水系統及 D509.4 反應爐廠房冷卻水系統故障程序書，發現程序書 D509.4，當 CSCW 泵故障跳脫後，無相關緊要寒水器接續跳脫及啟動備用之相關程序，惟與運轉經理討論後認為本項屬 D504.15 暖房通風及空氣調節系統 (HVAC) 之寒水器 (WC) 及寒水系統故障，該內容已有清楚說明，雖有不方便查詢問題，惟仍可接受。

3. 分析

視察評估結果，屬無安全顧慮之綠色燈號。

4. 處置

本項視察無視察後需進一步改善事項。

三、ESW 及 CSCW 系統設備可靠度審查及現場查核

(一)視察範圍

本項視察主要針對 ESW 及 CSCW 系統進行現場巡視，以瞭解設備之實體狀況是否有缺陷徵候；並針對近 5 年來之重要且重複性之維護作業及可能影響該組件執行其功能之缺失，以瞭解其相關設備之靠度。

(二)視察結果

1. 簡介

本項視察有 4 項視查結果，評估相關視察發現並未影響電廠 ESW 及 CSCW 系統可靠度，故判定屬無安全顧慮之綠色燈號。

2. 說明

(1)針對 CSCW 及 ESW 兩個系統設備請修單進行查核，發現相關管

路有多次出現銲道砂孔問題，均依法規或非法規修補，未發現

異常。另 SB-104-374A 及 352A 閥有出現多筆故障請修，與相

關組維護人員訪談後無存在重複相同故障及共因失效等問題。

(2)針對 CSCW 系統設備維護進行查核，發現 CSCW 泵及馬達拆解之

維護週期，自進入除役期間後由 2 次大修改為 4 個維護測試週

期(MSC)，經請電廠查對廠家維護說明書，內容提到 BEARING 更

換頻率為 25000 小時(約 3 年)，而目前 CSCW 兩台定期輪流更換使用，4 個 MSC 約 6 年，再加上期間 MSC 的維護時程，已超過相關規定。另考量當 CSCW 泵不可用，將直接衝擊所有同一串其他安全系統之可用性，為免影響其他安全系統設備的可靠度，不宜降低 CSCW 設備維護保養頻次，且 CSCW 系統於運轉中及除役期間運轉形態並未改變，建議仍應維持原有設備之維護週期。

- (3)查證 1、2 號機 CSCW 熱交換器 A/B/C/D、CSCW pump A/B、ESW 泵室相關管路及設備(ESW pump、過濾器、迴轉攔污柵沖洗泵)是否有缺陷徵狀，目視查證現場設備組件及管路儀器圖面無不一致情形。經抽查 ESW 系統部分管閥狀態位置，與程序書一致，發現 V-104-463BS 排氣閥手輪銹蝕缺角，電廠於翌日完成更換。CSCW 系統相關設備所在位置經查證無受水災侵蝕表面之情形，而 ESW 泵室對於廠內外之水災已有相應之防護硬體措施(水密門)，且設備附近亦無發現易導致火災之危險物品堆積；另對於相關設備安裝之底板、吊架、支架及支柱亦無發現有明顯劣化之徵候。

- (4)查證 1、2 號機 CSCW 及 ESW 系統關鍵設備(水泵)近 5 年之定期測試情形，CSCW 冷卻水泵(104-P-59-1A/1AS/1B/1BS，共 4 台)

及 ESW 緊要海水泵(104-P-8-1A/1AS/1B/1BS，共 4 台)近 5 年皆分別依程序書 D611.4.1 A/B「聯合廠房冷卻水泵可用性和泵容量試驗 A/B」及程序書 D606.3.2 A/B「緊要海水泵運轉能力定期偵測試驗 A/B」進行每 3 個月定期設備可用性能力測試，並記錄其泵振動幅度、流量及進出口壓力值，經查其測試結果及紀錄無異常發現。

3. 分析

視察結果第(2)項屬程序書修改除役期間相關設備檢修頻次或維護測試週期問題，初步判定並未明顯影響其系統安全功能，屬無安全顧慮之綠色燈號。

4. 處置

視察結果第(2)項本會已開立注意改進事項，要求電廠進一步改進。

結論與建議

本次視察項目包括除役期間停用隔離作業對前述系統之影響評估(含電廠修改案)、設備可靠度審查及現場查核、運轉員操作及處理過程等查證。綜合視察結果，仍有部分之發現及建議事項，本會已開立注意改進事項編號 AN-CS-110-09-0，函送台電公司要求改善(如附件二)，期使核一廠相關系統運作能更為可靠及穩定。

附件一

110年度第2季核能一廠除役計畫定期視察 暨核安管制紅綠燈-設備組件設計基準專案視察計畫

一、視察人員

(一)領隊：曹科長松楠

(二)視察人員：

第一組：宋清泉、顏志勳、張經妙、江建鋒、張國榮、黃郁仁、
林子桀

第二組：鄭永富、林琦峰、黃議輝、林駿丞

第三組：周宗源、張維荏

第四組：蘇聖中

二、視察時程：

(一)時間：110年8月30日～10月1日

(二)視察前會議(視訊)：

110年8月30日上午10:00

(三)視察後會議(視訊)：

110年10月1日下午13:30

三、視察項目：

(一)第一組

1. 核一廠除役計畫、除役期間安全分析報告與技術規範修訂管制作業。
2. 除役作業包商管制作業。
3. 除役期間停用隔離作業對 ESW 及 CSCW 系統之影響評估(含電廠修改案審查)。
4. ESW 及 CSCW 系統設備可靠度審查及現場查核。
5. ESW 及 CSCW 系統運轉員操作及處理過程之審查。
6. 核一廠防疫強化措施(含運轉值班人員相關防疫作為)查證。
7. 控制室管理強化措施查證。

(二)第二組

1. 輻射特性調查偵檢作業之品質保證。
2. 配合拆除作業計畫之分階段輻射特性調查。
3. 難測核種比例因數之建置進度。

(三)第三組

1. 緊急應變整備作業。
2. 核子保安作業。

(四)第四組

1. 氣渦輪機拆除案料帳管理(二期乾貯用地)。

四、其他事項：

(一)視察前會議時，請電廠提出下列簡報：

1. 109年核一廠除役計畫、除役期間安全分析報告與運轉規範修訂作業說明。
2. 除役作業包商管理品質管制機制及執行現況。
3. ESW 及 CSCW 系統設備停用隔離現況、近5年來維護情形(含設備故障紀錄)及其修改案。
4. 輻射特性調查偵檢作業之品質保證。
5. 配合拆除作業計畫之分階段輻射特性調查。
6. 難測核種比例因數之建置進度。
7. 核一廠防役作業強化措施說明。

(二)請核一廠先行準備視察所需之相關文件：

1. 除役計畫定期視察
 - a. 核一廠除役計畫、除役期間安全分析報告與技術規範修訂文件。
 - b. 除役作業包商品質紀錄文件。
2. 核安管制紅綠燈-設備組件設計基準視察，請依選取系統備妥相關文件。
 - a. ESW 及 CSCW 停用隔離品質文件。
 - b. 近5年 DCR 改善案之清單。

- c. 相關計算書。
 - d. 電氣單線圖、控制邏輯圖、管路圖及儀控圖 (P&ID)。
 - e. 系統描述、設計基準文件及廠商操作手冊。
 - f. 相關之緊急操作程序書、正常或異常程序書及警報因應程序書。
 - g. 近5年完整維護紀錄(含設備故障紀錄、改善處理措施文件)。
 - h. 近5年之設備效能測試紀錄(例如：泵之效能應包括營運期間測試紀錄、振動監測紀錄、潤滑油取樣結果等)。
 - i. 相關之可用性評估資料。
 - j. 運轉員暫時性措施之評估文件。
 - k. 系統設備暫時性修改措施文件。
 - l. 近5年該系統組件之操作經驗評估文件。
 - m. 近5年工程方面或運轉方面與選取系統組件有關之稽查報告。
- (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)惠請核能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：林子桀 (02)2232-2166

附件二

核能電廠注意改進事項

編號	AN-CS-110-09-0	日期	110 年 12 月 27 日
廠別	核一廠	承辦人	顏志勳 2232-2168
注改事項：本會執行 110 年第 2 季核能一廠設計基準專案視察所發現之缺失，請檢討改善。			
內 容：			
一、除役期間停用隔離作業對ESW及CSCW系統之影響評估：			
目前核一廠 2 號機空壓機冷卻水長期改用 CSCW 系統供應，查核發現未確認 CSCW 系統負載能力是否足夠，亦未於暫態時停止 CSCW 供應空壓機冷卻水，雖視察期間電廠已進行改善或採取補償措施，惟電廠仍應建立評估使用安全系統支援非安全設備之管制及安全評估機制，並將相關要求納入停用隔離作業程序書。			
二、ESW及CSCW系統設備可靠度審查及現場查核：			
CSCW 泵及馬達拆解之維護週期，電廠於進入除役期間後將其由 2 次大修改為 4 個 MSC，另查廠家維護說明書，發現 BEARING 更換頻率為 25000 小時(約 3 年)，而目前 CSCW 兩台定期輪流更換使用，4 個 MSC 約 6 年，再加上期間 MSC 的維護時程，已超過相關規定。考量 CSCW 系統於運轉及除役期間之運轉形態並未改變，另當 CSCW 泵不可用，將影響同一串其他安全系統之可用性，建議仍應維持原有設備之維護週期。			
參考文件：			