

112 年第 3 季
核二廠核安管制紅綠燈視察報告

主題：設備組件設計基準

行政院原子能委員會 核能管制處

中華民國 112 年 9 月

視察結果摘要

行政院原子能委員會(以下簡稱本會)於 112 年 7 月 24 日至 31 日由核能管制處核二廠專案小組組成視察團隊，執行 112 年第 3 季核安管制紅綠燈視察-設備組件設計基準專案視察。本項視察在於確認設備組件之初始設計及其後之修改案能維持其既有安全功能，且運轉員可依程序書操作執行其設計基準功能，俾使除役過渡階段仍然維持設計基準，以及系統設備組件之設計，具備有足夠之可靠度與安全餘裕。

本次視察選取之系統分別為緊急循環水系統(ECW)及備用氣體處理系統(SGTS)，並就選取系統之設計、設備維護能力及過去運轉經驗等方面進行視察，視察項目包括細部設計(含電廠修改案)審查、設備可靠度審查及現場查核、運轉員操作及處理過程之審查等項，詳細視察計畫如附件一。視察結果共有 4 項視察發現，除電廠於視察期間立即完成改善外，對於須電廠提出改善措施或進一步澄清說明部分，則開立注意改進事項 D-AN-KS-112-003-0(詳如件二)要求電廠檢討改善，本會將持續追蹤其辦理情形，確保電廠設備組件維持與設計基準之一致性。

目錄

視察結果摘要.....	I
目錄.....	II
壹、 前言.....	1
貳、 視察項目與結果.....	1
一、 細部設計(含電廠修改案)審查.....	1
二、 設備可靠度審查及現場查核.....	3
三、 運轉員操作及處理過程之審查.....	6
參、 結論.....	7
肆、 參考資料.....	7
附件一 112 年第 3 季核二廠設備組件設計基準專案視察計畫.....	8
附件二 除役中動力用核子反應器設施注意改進事項.....	10

壹、前言

核能電廠進入除役階段，機組已停機不再發電，然於除役過渡階段，核子反應器或用過燃料池內仍有核子燃料，為確保機組及核子燃料之安全，仍須運轉之系統、設備、組件，應依核二廠除役過渡階段前期技術規範(PDTS)及安全分析報告(PDSAR)確認其設計功能。本次視察主要依本會核能管制處程序書 NRD-IP-111.21「設備組件設計基準視察程序書」，並參考美國核管會(NRC)視察手冊 71111.21「Component Design Bases Inspection」等文件執行，視察目的係在確認此次視察所挑選的組件與系統，仍然維持設計基準，以及系統設備組件之設計功能，具備有足夠之可靠度與安全餘裕，使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。

本會核能管制處核二廠專案小組組成專案視察團隊，於 112 年 7 月 24 日至 31 日，共計 19 人天，執行設備組件設計基準專案視察，主要針對本次所選取之系統，分別為緊急循環水系統(ECW) 及備用氣體處理系統(SGTS)，並就該等選取系統之設計、設備維護能力及過去運轉經驗等方面進行視察，視察項目包括細部設計(含電廠修改案)審查、設備可靠度審查及現場查核、運轉員操作及處理過程之審查等 3 項，詳視察計畫如附件一。

貳、視察項目與結果

一、細部設計(含電廠修改案)審查

(一)視察範圍

本項視察係就選取系統審視其設計基準和執照基準相關基礎文件，查證設計假設、邊界條件及使用模式之適當性與判斷設備之安裝及測試架構是否符合設計基準之要求，以確認設備組件能發揮其應有之安全功能。抽查文件含括電廠除役過渡階段前期技術規範(PDTS)及安全分析報告(PDSAR)、設備計算書、組件設計基準文件、圖面、程序書，以及其他可供參考之設計基準資料文件等。

另亦對選取系統之相關設計修改案進行查證，以證實其設計基準、執照基準及該組件之性能，並未因修改案而降低，且改善後之功能測試能驗證符合原預期應有功能。本次抽查電廠下列設計修改案：

1. DCR-K2-4583：2 號機緊急循環水系統之海水管節更換並增加法蘭，另因應耐震評估修改管節支架。
2. DCR-K1-4587：1 號機緊急循環水系統內襯受損之海水管節更新修正長度並增加法蘭，另因應耐震評估修改管節支架。
3. DCR-K1-4611：1 號機依加速地震評估程序(ESEP)評估結果對 SGTS 系統之設備編號：1VR9A 進行螺栓及基座補強。
4. DCR-K2-4612：2 號機依加速地震評估程序(ESEP)評估結果對 SGTS 系統之設備編號：2VR9A 進行螺栓及基座補強。

(二)視察結果

1. 簡介

本項視察有 2 項視察發現，初步評估未明顯影響選取系統之設備組件的安全功能，判定屬無安全顧慮之綠色燈號。

2. 說明

- (1)查核二廠兩部機 SGTS 系統流程風門編號 1VA16A、1VA16B、2VA16A、2VA16B 等四只風門，設計上差壓達 10PSI 即自動打開，經查電廠過去每次大修期間僅執行設備組件及一般外觀檢查、風門靈活度檢查等，未有差壓 10PSI 自動開啟的驗證，應檢討改善。
- (2)查 DCR 文件編號 K1-4587/K2-4583 緊急循環水系統之海水管節更換並增加法蘭，另因應耐震評估修改管節支架，本項無異常發現。

3. 分析

上述視察發現(1)係維護程序或品質之問題，經評估未對設備組件的安全功能造成立即影響，判定屬無安全顧慮之綠色燈號。

4. 處置

上述 1 項視察發現，本會已開立注意改進事項要求電廠檢討改善。

二、設備可靠度審查及現場查核

(一)視察範圍

本項視察範圍對選取之 ECW 及 SGTS 系統，抽查篩選組件中尚未解決之重複性維護作業及任何可能影響該組件執行其功能之缺失、尚未解決之設計方面議題，包括設備請修單之重複性故障組件及電廠處理情形，和近兩年開立的 NCD、臨時性設備變更案件進行查核，以確認是否對系統可靠度和安全餘裕之影響。另亦針對選取系統之設備組件進行現場巡查，查核設備配置與應有配置之差異，以及設備組件有無異常或劣化情形。

(二)視察結果

1. 簡介

本項視察有 8 項視察發現，初步評估尚未明顯影響選取系統之設備組

件的安全功能，判定屬無安全顧慮之綠色燈號。

2. 說明

- (1)查 ECW PUMP 1P-4A 馬達維護保養紀錄及程序書 D747「高壓馬達檢查」內容，程序書說明高壓馬達無載或有載試運轉時，需量測馬達軸承溫度，惟程序書表五、「高壓馬達軸承溫度接受標準」說明 ECWP 軸承溫度上限接受標準為 NA；此外程序書說明高壓馬達無載或有載試運轉須連續運轉 30 分鐘到 60 分鐘，惟紀錄表一.三及一.三.一馬達試運轉紀錄部分，運轉時間之接受標準卻為 NA，應檢討改善。
- (2)查 RHR 熱交換器維護保養紀錄及程序書 D794「第一種壓力容器之檢查程序書」內容，程序書說明 RHR 熱交換器測厚之標準包含殼側胴體、上部端板、管側胴體及下部端板，惟在 RHR 系統交換器測厚紀錄表，卻無管側胴體之紀錄欄位，應檢討改善。
- (3)查 ECW 系統 126AB01 止回閥維護保養紀錄及程序書 D700.11.1「止回閥檢修」內容，電廠已確實依照程序書規定之維護週期進行檢修，且維護人員之目視檢查資格亦符合程序書要求，本項無異常發現。
- (4)查 ECW PUMP 1P-4A 維護保養紀錄及程序書 D709「緊急循環水泵浦維修」內容，電廠已確實依照程序書規定之維護週期進行檢修，且檢修完成後並依據程序書 D738.3「迴轉機測試」之規定執行迴轉機測試，本項無異常發現。
- (5)查 ECW 系統攔汙柵沖洗泵 1P-191A 維護保養紀錄及程序書 D709.2「緊急循環水攔汙柵沖洗泵浦維護程序書」內容，電廠已確實依照程序書

規定之維護週期進行檢修，且檢修完成後並依據程序書 D738.3 之規定執行迴轉機測試，本項無異常發現。

(6)查 ECW 系統近 3 年設備/組件重複故障請修單，發現 2 號機 RHR A 熱交換器於 112 年因海水側流量偏低，而開立兩張請修單，電廠已針對 RHR 熱沉功能進行冷卻能力評估，評估結果仍可滿足 PDSAR 分析上之要求，對於評估過程無異常發現，且電廠已針對該重複故障之請修單，進行改善措施，本項無異常發現。

(7)抽查 SGTS 系統近 3 年設備/組件重複故障請修單，發現 111 年 2 號機 SGTS B RADIATION MONITOR 取樣泵、OW-69 取樣泵及 1T61 取樣泵因劣化故障，且為相同型式取樣泵，而併入重複故障檢討，電廠已針對故障影響進行評估，評估結果不會影響系統穩定運轉，對於評估過程無異常發現，且電廠已執行改善措施定期更換取樣泵，且每周巡視時，若發現有異常，將立即更換取樣泵，本項無異常發現。

(8) 查 ECW 系統及 SGTS 系統之設備排列配置，核對程序書 D617.1.1「緊急循環水系統」及 D616.5.3.1「備用氣體處理系統每月一次 10 小時運轉流量測試」與 P&ID 圖標示一致，且現場閥位列置亦符合規定，設備狀況及現場環境亦無異常，本項無異常發現。

3. 分析

視察發現(1)為設備維護保養之接受標準，於程序書之紀錄表雖未明確記載，但可由程序書其他處查詢；視察發現(2)為 RHR 系統交換器測厚紀錄表設計缺失。上述視察發現係程序書可再精進之問題，經評估均未明顯影響選取系統設備組件之安全功能，判定屬無安全顧慮之綠色燈號。

4. 處置

上述 2 項視察發現，本會已開立注意改進事項要求電廠檢討改善。

三、運轉員操作及處理過程之審查

(一)視察範圍

本項視察主要查核選取系統相關正常、異常及緊急操作程序書與運轉員執行該等程序書之能力，包括查核所選取程序書之內容符合設計基準之輸入參數及假設條件，且運轉員可自主控制室盤面或現場控制盤執行該等程序書，其關鍵組件與設備在正常或緊急運轉時均易於操作，並確認運轉員對於設備位置及其操作方式之熟悉程度。

(二)視察結果

1. 簡介

本項視察有 1 項視察發現，初步評估尚未明顯影響選取系統之設備組件的安全功能，判定屬無安全顧慮之綠色燈號。

2. 說明

- (1)查程序書 D581「喪失全部緊急循環水」內容，當發生緊急循環水系統故障時，程序書必要措施規劃起動 RHR Booster Pumps OP-90A 及/或 OP-90B 提供替代熱沉所需冷卻水，依除役過渡階段前期系統留用及停用分類表，說明於除役過渡階段前期 RHR Booster Pumps OP-90A 及/或 OP-90B 分類為停止運轉設備，就程序書執行與除役過渡階段前期系統留用及停用分類之合理性，應檢討改善。

3. 分析

上述視察發現(1) RHR Booster Pumps 規劃於發生緊急循環水系統故障時提供替代熱沉之冷卻水，惟於除役過渡階段前期之分類為停止運轉設備，且設備尚未執行系統評估再分類與過渡(SERT)隔離作業，台電公司應重新檢討該設備之分類與相關規劃，未涉及該系統設備組件之安全功能。上述視察發現評估均未明顯影響選取系統設備組件之安全功能，判定屬無安全顧慮之綠色燈號。

4. 處置

上述 1 項視察發現，本會已開立注意改進事項要求電廠檢討改善。

參、結論

本次執行核二廠設備組件設計基準視察結果共有 4 項視察發現，經評估均未明顯影響選取系統設備組件之安全功能，判定仍屬無安全顧慮之綠色燈號。對可立即改善之視察發現，已於視察期間請電廠改善完成，而對需待電廠提出改善措施或進一步澄清說明之視察發現，則開立注意改進事項 D-AN-KS-112-003-0(詳如件二)要求電廠檢討改善，本會將持續追蹤其辦理情形，確保電廠設備組件維持與設計基準之一致性。

肆、參考資料

1. 本會 NRD-IP-111.21 「設備組件設計基準視察程序書」。
2. 美國核管會視察程序書 IP 7111.21 「Component Design Bases Inspection」。

附件一 112 年第 3 季核二廠設備組件設計基準專案視察計畫

一、視察人員

- (一)領 隊：鄭科長再富
- (二)視察人員：熊大綱、張自豪、吳宗翰、羅毅駿

二、視察時程

- (一)視察時間：112 年 7 月 24 日至 7 月 31 日
- (二)視察前會議：112 年 7 月 24 日上午 10 時
- (三)視察後會議：112 年 7 月 31 日下午 1 時 30 分

三、視察系統

ECW 系統、SGTS 系統

四、視察項目

- (一)細部設計(含電廠修改案)審查
- (二)設備可靠度審查及現場查核
- (三)運轉員操作及處理過程之審查

五、其他事項

- (一)視察前會議，請核二廠提出針對選取系統組件近四年來維護情形（含設備故障紀錄）及其修改案進行簡報。
- (二)請核二廠於視察前，備妥選取系統組件之下列資料：
 - 1.歷年來 DCR 改善案之清單。
 - 2.相關計算書。
 - 3.電氣單線圖、控制邏輯圖、管路圖及儀控圖（P&ID）。
 - 4.系統檢查報告、系統描述、設計基準文件及廠商操作手冊。
 - 5. 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。

- 6.近 3 年完整維護紀錄（含設備故障紀錄、改善處理措施文件）。
- 7.近 3 年之設備效能測試紀錄（例如：泵之效能應包括設備運轉期間測試紀錄、振動監測紀錄、潤滑油取樣結果等）。
- 8.相關之可用性評估資料。
- 9.運轉員暫時性措施之評估文件。
- 10.系統設備暫時性修改措施文件。
- 11.近 3 年該系統組件之操作經驗評估文件。
- 12.近 3 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)除以上資料外，亦請準備下列與所選取系統組件相關之資料，供視察團隊參考：

- 1.除役過渡階段前期安全分析報告、技術規範。
2. PRA 模式最新版及分析報告，選取系統中風險顯著性高之設備組件或人員操作措施（如 $RRW \geq 1.005$ 、 $RAW \geq 1.3$ 、 $\Delta CDF/\Delta LERF$ /發生肇始事件頻率增加一個量級者）。
- 3.近 5 年重要運轉事件。

(四)請電廠惠予安排本次視察所需場地及文書作業設備，並指派專人擔任本次視察時間之相關聯繫事宜，另請於 112 年 7 月 19 日前提提供視察前會議簡報。

(五) 本會聯絡人及電話：莊宴惠，(02)2232-2137

附件二 除役中動力用核子反應器設施注意改進事項

除役中動力用核子反應器設施注意改進事項

編號	D-AN-KS-112-003-0	開立單位	核管處
廠別	核二廠	日期	112年9月8日
承辦人		電話	22322137
注改事項：本會執行 112 年第 3 季核二廠設備組件設計基準專案視察之視察發現，請檢討改善。			
內 容：			
一、細部設計(含電廠修改案)審查			
1.查核二廠兩部機 SGTS 系統流程風門編號 1VA16A、1VA16B、2VA16A、2VA16B 等四只風門，設計上差壓達 10PSI 即自動打開，經查電廠過去每次大修期間僅執行設備組件及一般外觀檢查、風門靈活度檢查等，未有差壓 10PSI 自動開啟的驗證，請檢討改善。			
二、設備可靠度審查及現場查核			
1.查 ECW PUMP 1P-4A 馬達維護保養紀錄及程序書 D747「高壓馬達檢查」內容，程序書說明高壓馬達無載或有載試運轉時，需量測馬達軸承溫度，惟程序書表五、「高壓馬達軸承溫度接受標準」說明 ECWP 上限最大軸承溫度其接受標準為 NA；此外程序書說明高壓馬達無載或有載試運轉須連續運轉 30 分鐘到 60 分鐘，惟紀錄表一.三及一.三.一馬達試運轉紀錄部分，運轉時間之接受標準卻為 NA，請檢討改善。			
2.查 RHR 熱交換器維護保養紀錄及程序書 D794「第一種壓力容器之檢查程序書」內容，程序書說明 RHR 熱交換器測厚之標準包含殼側胴體、上部端板、管側胴體及下部端板，惟在 RHR 系統交換器測厚紀錄表，卻無管側胴體之紀錄，請檢討改善。			

三、運轉員操作及處理過程之審查

- 1.查程序書 D581「喪失全部緊急循環水」內容，當發生緊急循環水系統故障時，程序書必要措施規劃起動 RHR Booster Pumps OP-90A 及或 OP-90B 提供替代熱沉所需冷卻水，依除役過渡階段前期系統留用及停用分類表，說明於除役過渡階段前期 RHR Booster Pumps OP-90A 及或 OP-90B 分類為停止運轉設備，就程序書執行與除役過渡階段前期系統留用及停用分類之合理性，請檢討改善。

參考文件：112 年第 3 季核二廠核安管制紅綠燈視察報告