

112 年第 4 季
核一廠核安管制紅綠燈視察報告

主題：熱沉效能

核能安全委員會 核安管制組

中華民國 113 年 1 月

目 錄

頁次

視察結果摘要	1
報告本文	2
壹、前言	2
貳、視察結果	3
一、RHR 及 CSCW 系統熱交換器熱傳效能	3
二、RHR、CSCW、SFPCCS 及 SFPACS 之維護與測試	5
三、最終熱沉(包括緊急海水泵室、取水渠道、緊急海水系統及 SFPACS 冷卻水塔)之結構、組件維護與測試	7
四、注意改進事項 D-AN-CS-108-07-0 後續辦理情形查證	8
參、結論	10
肆、參考資料	10
附件一、112 年度第 4 季核能一廠核安管制紅綠燈視察計畫	
附件二、注意改進事項 D-AN-CS-113-01-0	

視察結果摘要

本次核一廠視察係依據本會程序書NRD-PCD-015「核安管制紅綠燈視察作業規劃」所規劃之時程進行，由本會核安管制組核一廠管制科對核一廠執行視察作業，於 112年11月23日至29日就「熱沉效能」項進行查證。

本次視察參考本會反應器安全基石視察程序書NRD-IP-111.07「熱沉效能」及核一廠相關程序書等，就(1)餘熱排除（RHR）及聯合廠房冷卻水（CSCW）系統熱交換器熱傳效能、(2)RHR、CSCW、用過核子燃料池冷卻淨化系統(SFPCCS)及新增用過核子燃料池冷卻系統（SFPACS）之維護與測試、(3)最終熱沉(包括緊急海水泵室、取水渠道、緊急海水系統及SFPACS冷卻水塔)結構、組件之維護與測試、(4)108年第3季有關熱沉效能視察發現電廠後續辦理情形等項目進行視察查證。

視察結果共有5項視察發現，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-113-01-0，要求電廠檢討改善。相關視察發現初步評估並未明顯影響熱沉效能，對電廠安全無顯著性影響，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除役過渡階段前期之機組安全狀況，核能安全委員會(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。依據前述程序書規劃排程，112 年度第 4 季核一廠專案團隊視察主題為熱沉效能。

本次視察期間為 112 年 11 月 23 日至 29 日，由本會核管組核一廠管制科臧科長及 6 位視察員組成視察團隊赴核一廠執行，視察人力計 17 人日，視察計畫詳如附件一。

本次視察內容除參照本會視察程序書 NRD-IP-111.07「熱沉效能」之內容執行外，並參考美國核管會視察程序書 IP 71111.07「Heat Sink Performance」(01/31/08)、視察手冊 TI 2515-159「REVIEW OF GENERIC LETTER 89-13」、通函 GL 89-13「SERVICE WATER SYSTEM PROBLEMS AFFECTING SAFETY-RELATED EQUIPMENT」、美國電力研究所 EPRI NP-7552「熱交換器能力監測導則(Heat Exchanger Performance Monitoring Guidelines)」，核一廠除役過渡階段前期安全分析報告(PDSAR)、相關程序書與廠家設計文件等資料。此次視察

包括(1) RHR 及 CSCW 系統熱交換器熱傳效能、(2)RHR、CSCW、SFPCCS 及 SFPACS 之維護與測試、(3)最終熱沉(包括緊急海水泵室、取水渠道、緊急海水系統及 SFPACS 冷卻水塔)結構、組件之維護與測試、(4)108 年視察發現事項(注意改進事項 D-AN-CS-108-07-0)電廠辦理情形，視察方式文件審閱、人員訪談等。

貳、視察結果

一、RHR 及 CSCW 系統熱交換器熱傳效能

(一)視察範圍

本項視察主要針對 RHR 及 CSCW 系統熱交換器熱傳效能驗證作業及後續監測措施，包含效能驗證之方法及接受標準依據，並參照美國電力研究所 EPRI NP-7552「熱交換器能力監測導則 (Heat Exchanger Performance Monitoring Guidelines)」，以及 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：

- 1.109 年迄今核一廠所執行 RHR 及 CSCW 系統熱交換器熱傳效能驗證結果，
以及其執行程序書內容之適切性。
- 2.熱傳效能運轉限値之訂定方式及結果之合理性。
- 3.後續之驗證措施，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 5 項視察結果，初步評估視察結果未明顯影響熱沉效能之能力，故評估結果屬無安全顧慮之綠色燈號。

2.說明

- (1)依程序書D726.12「廠用海水管路及熱交換器維護程序書」，附表四CSCW 銹垢熱阻(fmea) <0.003231 及附表五RHR銹垢熱阻(fmea) <0.042811 之可接受標準值，查證1號機109年5月至9月及111年1月至5月、2號機109年9月至110年2月及111年6月至9月之上述附表四及附表五數據紀錄表，該熱阻值均小於接受標準，符合規定，未發現缺失。
- (2)依程序書D726.12，第6.1.2項所述每18個月執行管路拆檢及檢查，查證1、2號機最近2次(MSC-1~MSC-2)之執行時間均小於18個月，符合規定，未發現缺失；第6.13.9節所述每只熱交換器允許塞管總數目不得超過220支，查證2號機111年6月至9月維護紀錄，附表四CSCW熱交換器A/B loop效能測試記錄表之塞管數均小於220支，符合規定，未發現缺失。
- (3)依GL 89-13，熱交換器測試評估應說明採何種監測法。查證程序書D726.12，發現附表五RHR Hx及附表四CSCW Hx僅有測試紀錄，未明定採何種監測法進行測試之評估說明，電廠應檢討改善。
- (4)依GL 89-13，儀器應說明取樣之編號、校正與準確度。查證程序書D726.12，發現RHR Hx及CSCW Hx測試其溫度及流量數據取樣儀器之編號、校正與準確度未述明，電廠應檢討改善。
- (5)依GL 89-13，檢測結果應作趨勢評估。查證程序書D726.12，發現說明(1)之1、2號機熱效能計算結果，雖符合規定，惟第6.15節僅有說明CSCW熱交換器效能之計算方式，另第6.16節內容亦僅有RHR熱交換器效能之計算方式，兩者均

未有執行趨勢評估之狀況，電廠應檢討改善。

3.分析

第(3)~(5)項視察發現為程序書不完備，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

第(3)~(5)項視察發現，本會已開立注意改進事項，要求核一廠檢討改進。

二、RHR、CSCW、SFPCCS 及 SFPACS 之維護與測試

(一)視察範圍

本項視察主要針對RHR、CSCW、SFPCCS及SFPACS等相關設備組件之維護與測試情形進行查證，除參照本會視察程序書NRD-IP-111.07「熱沉效能」之內容執行外，並參考美國核管會視察程序書IP 71111.07「Heat Sink Performance」、視察手冊TI 2515-159「REVIEW OF GENERIC LETTER 89-13」、通函GL 89-13「SERVICE WATER SYSTEM PROBLEMS AFFECTING SAFETY-RELATED EQUIPMENT」，以及核一廠除役過渡階段前期安全分析報告(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：

1.109 年迄今 RHR、CSCW、SFPCCS 及 SFPACS 系統，泵、馬達之相關程序書

內容及測試紀錄，是否符合核一廠除役過渡階段前期技術規範要求，以確認熱移除能力、測試接受標準可符合相關規定。

2.109 年迄今 RHR、CSCW 設備異常狀況之維修、NCD 改善措施。

(二) 視察結果

1.簡介

本項視察有 6 項視察結果，初步評估不影響系統功能，評估結果屬無安全顧慮之綠燈。

2.說明

- (1) 依程序書D726.12，第6.1.2節規定管路之拆檢及檢查排程依海水管路MSC拆修計劃表，查證電廠年1、2號機109年至112年RHR系統管路維護查證表，確認電廠依計劃表執行海水管路內襯管路檢查，另管路有砂孔洩漏時，亦依程序書D1115.01，第4.1節規定之NCD核發事項而開立NCD，查證電廠109年至112年NCD紀錄，確認均依規定執行法規修理，品質組訂查證點執行品質查證，運轉監查員（ANII）亦依要求執行相關查證，符合品保要求，未發現缺失。
- (2) 依程序書D606.2.1-A/B「餘熱排除泵運轉能力及流量測試(A串/B串)」，第1.2節規定每92天測試一次流量及泵運轉能力，查證1、2號機109年至112年表一~三測試紀錄表，確認RHR系統均依規定執行測試，測試紀錄之結果及功能均正常，未發現缺失。
- (3) 依程序書D127「核一廠趨勢分析作業導則」，第4.4.1.1.2節規定建立監測參數一如溫度、壓力、振動等可用以確認設備之性能是否劣化，查證111年至112年電廠定期測試設備趨勢分析紀錄，RHR LEG泵及CSCW泵之振動值均正常，未有異常趨勢，未發現缺失。
- (4) 依程序書D1205.01「除役前期期間支吊架及 Class 3 管路或設備之整體連接件目視檢測程序書」，第2.6節規定支架目視檢測可在系統運轉期間或在機組

18個月維護週期期間執行；依第10.7節規定1號機吊架冷機設定值，及第10.8節規定2號機吊架冷機設定值，查證1、2號機近2次MSC附表一之紀錄表，確認均依據規定執行，未發現缺失。

(5)抽查經查證兩部機RHR及CSCW系統請修單，確認109年至112年RHR泵起動失敗4次，其中有3次與RHR泵電源斷路器有關，電廠應針對RHR系統泵電源斷路維修項目重新審視並加以精進，以強化RHR系統泵可靠度。

(6)依程序書D795.7「機械組定期預防保養作業程序書」，抽查109年至112年SFPCCS及SFPACS之維護保養工作情形，經查前述系統設備之「預防保養檢查表」(保養週期：31天)，發現SFPCCS之燃料池冷卻泵A台及B台之紀錄完整，惟112年迄今SFPCCS之燃料池冷卻泵C台未依程序書表格要求執行量測振動值之紀錄，電廠應有完整之系統設備振動量測紀錄，以確保相關設備之可用性。

3.分析

第(5)、(6)項視察發現為維護須精進問題，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

第(5)、(6)項視察發現，本會已開立注意改進事項，要求核一廠檢討改進。

三、最終熱沉(包括緊急海水泵室、取水渠道、緊急海水系統及 SFPACS 冷卻水塔)之結構、組件維護與測試

(一)視察範圍

本項視察主要針對緊急海水系統泵室廠房結構、取水口海堤水工結構及 SFPACS 系統結構進行現場查證，並針對相關改善文件進行抽查。視察所依據電廠程序書為 D795.12「廠區結構監測巡視作業程序」。主要查證內容如下：

1. 緊急海水系統泵室廠房結構，包括電氣室、廠房結構外牆、底層結構表面、出口管閥室等。
2. 緊急海水渠道兩側防波堤水工結構及消波塊體完整性。
3. 緊急海水系統泵室廠房結構檢查紀錄及缺失處理。

(二)視察結果

1.簡介

本項視察有 1 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

經現場查證緊急海水泵室廠房結構，確認緊急海水泵室廠房結構電廠已有所維護與改善，惟現場查證發現部分廠房屋頂結構因鋼筋膨脹而出現受損疑慮，電廠已開立改正行動方案（CAP）進行管制及改善，未發現缺失。

3.分析

本項視察未發現缺失，屬無安全顧慮之綠色燈號。

四、108 年視察發現事項(注意改進事項 D-AN-CS-108-07-0)電廠辦理情形查證

(一)視察範圍

本項視察係就108年第3季有關熱沉效能視察所開立之注意改進事項D-AN-

CS-108-07-0後續辦理情形，查證電廠是否依承諾執行改善，如程序書修訂、改進執行方式、修正或補正相關內容等。

(二)視察結果

1.簡介

本項就電廠後續改善措施進行視察，未發現異常，屬無安全顧慮之綠色燈號。

2.說明

(1)本項視察係就本會於 108 年針對核一廠「熱沉效能」專案視察所開立之注意改進事項 D-AN-CS-108-07-0，查證核一廠後續辦理情形，共計有 6 項缺失，皆已完成改善並結案。

(2)抽查注意改進事項 D-AN-CS-108-07-0 第一、1 項，針對程序書 D726.12「廠用海水管路及熱交換器維護程序書」，發現附表四及五紀錄表中熱交換器效能測試之塞管數及熱(海)水進、出溫度數據有誤，查因紀錄表僅由承辦人判定，未設複審人員，查電廠已確實修改程序書及執行人員訓練，未發現缺失。

(3)抽查注意改進事項 D-AN-CS-108-07-0 第二、1 項，針對程序書 D781.10「新增用過燃料池循環水泵及冷卻水泵維護」週期展延，因與原廠要求不符，要求仍應比照運轉期間執行拆解檢修作業，經查證確認電廠程序書已修訂回復，並據以執行，未發現缺失。

(4)抽查注意改進事項 D-AN-CS-108-07-0 第三、1 項，針對程序書 D795.12「廠區結構監測巡視作業程序」，未留下前次檢查發現紀錄，以執行後續追蹤檢查比對，建議建立目錄表以利查閱檢視並符合品質紀錄之品質要求，經查證電

廠已將結構監測巡視報告，建立明確之老化評估狀況檢查記錄，並據以為參考資料，未發現缺失。

3.分析

本項視察未發現缺失，屬無安全顧慮之綠色燈號。

參、結論

本次針對核一廠「熱沉效能」之視察結果，顯示核一廠已依相關程序書執行評估及管控作業，然視察發現仍有部分事項須電廠再進一步精進，以強化機組設備之安全性及可靠度。本次視察總計有5項視察發現，經評估並未對熱沉效能有顯著影響，故仍屬無安全顧慮之綠色燈號。針對視察發現，已開立注意改進事項D-AN-CS-113-01-0，要求電廠檢討改善。

肆、參考資料

- 1.NRD-IP-111.07「核能電廠熱沉效能」，2007年版。
- 2.美國核管會視察程序書 IP 71111.07「Heat Sink Performance」。
- 3.美國核管會視察手冊TI 2515-159「REVIEW OF GENERIC LETTER 89-13」。
- 4.美國核管會通函GL 89-13「SERVICE WATER SYSTEM PROBLEMS AFFECTING SAFETY-RELATED EQUIPMENT」。
- 5.美國電力研究所EPRI NP-7552「熱交換器能力監測導則（Heat Exchanger Performance Monitoring Guidelines）」。
- 6.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。

附件一 112年度第4季核能一廠核安管制紅綠燈視察計畫

一、視察人員

(一) 領隊：臧科長逸群

(二) 視察人員：宋清泉、顏志勳、江建鋒、曹裕后

二、視察時程：

(一) 時間：112 年 11 月 23 日～11 月 29 日

(二) 視察前會議：112 年 11 月 23 日上午 10:00

(三) 視察後會議：112 年 11 月 29 日下午 1:30

三、視察項目

(一)RHR 及 CSCW 系統熱交換器熱傳效能。

(二)RHR、CSCW、SFPCCS 及 SFPACS 之維護與測試。

(三)最終熱沉(包括緊急海水泵室、取水渠道、緊急海水系統及 SFPACS 冷卻水塔)結構、組件之維護與測試。

(四)108 年視察發現事項(注意改進事項 D-AN-CS-108-07-0)電廠辦理情形查證。

四、其他事項

(一)視察前會議時，請電廠提出下列簡報：

1.前次視察開立之注意改進事項 D-AN-CS-108-07-0處理情形(簡要說明)。

2.RHR 及 CSCW 系統熱交換器熱傳效能驗證作業(含效能驗證之方法及接受標準依據)及現況說明。

3.RHR、CSCW 系統及 SFPCCS 及 SFPACS 維護與測試作業、設備異常狀況說明(109年迄今)。

4.最終熱沉(包括緊急海水泵室、取水渠道、緊急海水系統及 SFPACS 冷卻水塔)結構、組件之維護與測試作業、設備異常狀況說明(109年迄今)。

(二)請核一廠先行準備視察所需之相關文件：

1.SFPCCS/SFPACS/RHR 熱交換器之維護檢查、測試相關作業程序書。

2.自109年迄今之 RHR 熱交換器/SFPCCS 及 SFPACS 維護/測試紀錄及設

計修改等相關文件。維護紀錄包括例行維護檢查/巡視及設備異常之請修單/NCD；測試紀錄包括「測試接受標準」訂定依據之相關文件，前述設備之廠家維護建議項目及維護週期。

3.注意改進事項 D-AN-CS-108-07-0 處理說明相關文件。

(三)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。

(四)本會聯絡人及電話：曹裕后，(02)2232-2161

編號	D-AN-CS-113-01-0	開立單位	核管組
設施別	核一廠	日期	113年1月29日
承辦人	曹裕后	電話	02-2232-2161
注改事項：本會112年第4季核一廠核安管制紅綠燈專案視察「熱沉效能」之視察發現，請檢討改善。			
內 容： 一、RHR 及 CSCW 系統熱交換器熱傳效能 1.依 GL 89-13，熱交換器測試評估應說明採何種監測法。查證程序書 D726.12，發現附表五 RHR Hx 及附表四 CSCW Hx 僅有測試紀錄，未明定採何種監測法進行測試之評估說明，請檢討改善。 2.依 GL 89-13，儀器應說明取樣之編號、校正與準確度。查證程序書 D726.12，發現 RHR Hx 及 CSCW Hx 測試其溫度及流量數據取樣儀器之編號、校正與準確度未述明，請檢討改善。 3.依 GL 89-13，檢測結果應作趨勢評估。查證程序書 D726.12，發現說明(1)之1、2號機熱效能計算結果，雖符合規定，惟第6.15節僅有說明 CSCW 熱交換器效能之計算方式，另第6.16節內容亦僅有 RHR 熱交換器效能之計算方式，兩者均未有執行趨勢評估之狀況，請檢討改善。 二、RHR 及 CSCW 系統熱交換器熱傳效能 1.抽查經查證兩部機 RHR 及 CSCW 系統請修單，確認109年至112年 RHR 泵起動失敗4次，其中有3次與 RHR 泵電源斷路器有關，請電廠針對 RHR			

核能電廠注意改進事項(續頁)

系統泵電源斷路維修項目重新審視並加以精進，以強化 RHR 系統泵可靠度。

- 2.依程序書 D795.7「機械組定期預防保養作業程序書」，抽查109年至112年 SFPPCS 及 SFPACS 之維護保養工作情形，經查前述系統設備之「預防保養檢查表」(保養週期：31天)，發現 SFPPCS 之燃料池冷卻泵 A 台及 B 台之紀錄完整，惟112年迄今 SFPPCS 之燃料池冷卻泵 C 台未依程序書表格要求執行量測振動值之紀錄，電廠應有完整之系統設備振動量測紀錄，以確保相關設備之可用性，請檢討改善。

參考文件：