

108 年第 3 季
核一廠核安管制紅綠燈視察報告

主題：熱沉效能

行政院原子能委員會 核能管制處

中華民國 108 年 9 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(包括緊要海水泵室、取水渠道、緊要海水系統及 SFPACS 冷卻水塔)結構、組件之維護與測試	7
四、107 年「熱沉效能」視察發現電廠辦理情形查證	10
參、結論	11
肆、參考資料	11
伍、視察活動相關照片	12
附件一、108 年度第 3 季核能一廠核安管制紅綠燈視察計畫	13
附件二、注意改進事項 AN-CS-108-07-0	15

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108年8月26日至29日及9月3日赴台電公司核一廠執行「熱沉效能」相關作業情形查證。

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)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(包括緊要海水泵室、取水渠道、緊要海水系統及SFPACS冷卻水塔)結構、組件之維護與測試、(4)107年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。

本次視察共有9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AN-CS-108-07-0，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，亦對電廠安全運轉能力無顯著性影響，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(108)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：熱沉效能。

本次視察期間為 108 年 8 月 26 日至 29 日及 9 月 3 日，由本會核管處核一廠專案小組曹科長及 5 位視察員組成視察團隊赴核一廠執行，視察人力計 10 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-111.07「熱沉效能」、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)」、NRC Inspection Procedure-60801「Spent Fuel Pool Safety at Permanently Shutdown Reactors」及核一廠除役過渡階段前期安全分析報告書 (PDSAR) 等內容進行視察。此外，本次視察亦就電廠對本會 107 年有關熱沉效能視察所開立之注意改進事項之答覆內容，查證電廠是否已確實依承諾執行改善措施。視察項目包括有：

(1)RHR 及 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(包括緊要海水泵室、取水渠道、緊要海水系統及 SFPACS 冷卻水塔)結構、組件之維護與測試、(4)107 年熱沉效能視察結果電廠後續辦理情形，視察方式包括文件審閱、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：

- 1.106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，
以及其執执行程序書內容之適切性，包括確認熱效能驗證所採用計算方式、
引用參數及結果之合理性，並抽驗其計算結果。
- 2.熱傳效能運轉限值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2項視察結果，經評估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726.12-廠用海水管路及熱交換器維護程序書，第6.13.9節說明每只熱交換器允許塞管總數目不得超過220支，查證2號機106年8月15日至12月29日維護記錄，發現附表四CSCW熱交換器A/B loop效能測試記錄表之塞管數為335支/322支，經人員訪談電廠發現有誤，經確認後修正為168支/161支；另第6.15.3節說明海水及熱水進出口溫度數據以廠內電腦數據擷取系統（PPCRS）為準，查證2號機108年3月7日至6月21日維護記錄之附表五RHR熱交換器A效能測試記錄表，發現記錄表項目之熱(海)水進、出溫度數據與PPCRS相對應項目之CSC007(SWS008)、CSC009(SWS010)數據不一致，經人員訪談後電廠確認有誤，已進行修正完成。以上視察發現之紀錄表僅由承辦人判定，未設複

審人員，請電廠檢討改善。

(2) 依程序書726.12/D726.12第6.16.4.2節說明海水及熱水進出口溫度差須達3度以上之條件，以提高測試結果準確度。抽查1、2號機106年至108年附表四及五效能測試記錄表，發現效能結果判定進出口溫度差皆小於3度，以致於電廠未進行熱交換率、熱傳係數等效能數據之計算，請檢討改善；若原評估方法有不適用於1、2號機目前除役階段的疑慮，核一廠亦應進行評估檢討及進行必要之修訂。

3.分析

視察結果第(1)項為CSCW熱交換器進出口側塞管總數判定、記錄表數據與PPCRS不一致，係文件審查流程及評估文件內容瑕疵，第(2)項應為測試條件未達到之問題，而依1號機CSCW系統106年迄今均能充分滿足相關系統設備運轉冷卻需要，且管側進口水溫未有明顯差異情形顯示，1號機之CSCW熱交換器效能應無惡化情事，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)~(2)項視察結果已開立注意改進事項，要求電廠檢討改善。

二、RHR、CSCW、SFPCS 及 SFPACS 之維護與測試

(一)視察範圍

本項視察主要針對RHR、CSCW、SFPCS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：

1.107 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，是否符合運轉規範要求，以確認熱移除能力、測試接受標準可符合相關規定。

2.107 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3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)依程序書781.10-新增用過燃料池循環水泵及冷卻水泵維護程序書，第3.1節說明每次大修須執行循環水泵及冷卻水泵拆解檢修作業，查證1號機107年6月21日至8月2日維護紀錄，電廠依規定在18個月內執行拆解檢修作業，未發現缺失，惟程序書D781.10與D1102.08-預防保養工作品質管制程序書之附件十一，針對循環水泵及冷卻水泵，則分別規定每3次維護測試週期(18個月)與每6次維護測試週期執行拆解檢修作業，考量新增用過核子燃料池冷卻系統(一次側)於除役過渡階段前期歸類為安全相關需維持運轉系統(5A)，建議相關規定仍

應比照運轉期間執行拆解檢修作業，請電廠檢討改善。

- (2) 查證程序書 D780.12-閘閥檢修程序書，經查發現維護測試週期(MSC)檢修計劃時程表，所列 1 號機之閘號及系統清單與 2 號機不一致，請電廠確認其正確性及完整性。
- (3) 查證程序書 D780.7-止回閥檢修程序書，經查發現維護測試週期(MSC)檢修計劃時程表之所列閘號檢修時間，較原運轉期間程序書 780.7 之維護週期加倍，請電廠提供評估依據，並說明未來如有設備可靠度降低時，將採取之因應作為。

3.分析

視察結果第(1)、(3)項屬程序書修改未來除役期間相關設備檢修頻次或維護測試週期問題，第(2)項屬維護測試週期(MSC)檢修計劃時程表中2部機組清單不同問題，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

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、最終熱沉(包括緊要海水泵室、取水渠道、緊要海水系統及 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795.12-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，包括其電氣室、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.緊急海水系統廠房結構檢查紀錄及缺失處理。

(二)視查結果

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)抽查本年度(108年)執行緊急泵室及進水結構(EPH-RC012、RC013)豎井、北側陽台PIT，及緊急泵室及進水結構(EPH-RC004、RC011)進水池、引水渠道等兩份結構檢查報告，確認報告本身內容架構完整，結構檢查人員除分別依檢查結構位置逐項逐點先行繪製，再一一完成檢查拍照記錄檢查位置有無缺陷情形，並完整列出檢查結果清單，之後結構檢查評估員除有現場再確認外，並依程序書D795.12-廠區結構監測巡視作業程序第3.5.2節說明之劣化類別B類、D類、G類等追蹤與修補，再製作清單，並敘明後續處置之要求。另前述兩份檢查結果報告於今年3月與4月執行，並依規定程序完成審查作業，同時改善修復作業預定於109年6月30完成。
- (2)依程序書795.12-廠區結構監測巡視作業程序，第6.2.2.3節說明定期檢查須依

據前次檢查發現，執行後續追蹤檢查，雖訪談檢查人員，其表示已於檢查時與前次(103年)檢查發現進行比對，惟未留下比對紀錄，為求檢查紀錄完整性，建議將前次檢查發現納入檢查參考文件並敘明比對情形結果；另，此報告內容雖然架構完整，但欠缺可一目了然之目錄，建議應建立報告內容之目錄表，以利查閱檢視並符合品質紀錄之品質要求。

(3) 依程序書D795.7-機械組定期預防保養作業程序書，現場查證1、2號機SFPACS冷卻水塔，經查除局部因露天環境有鏽斑外，相關結構設備組件沒有顯著鏽蝕或缺陷情形。

(4) 依程序書726.9/D726.9-執行緊急迴轉攔污閘維護檢修、726.10/D726.1-執行緊急泵室沖洗泵維護檢修、781.3/D781.3-執行緊急海水泵維護檢修、780.17/D780.17-執行緊要海水系統蝶形閘維護檢修，查證2號機108年1月至8月檢查紀錄，電廠每18個月執行維護，符合程序書要求；另依795.7/D795.7-機械組定期預防保養作業程序書，第1.4.2.1節說明有關各項機械設備維護週期，查證1、2號機108年1月至8月SFPACS冷卻水塔預防保養紀錄，電廠依規定執行保養，符合程序書要求。

3. 分析

視察結果第(2)項屬廠區結構監測巡視檢查紀錄之建議事項，初步評估未影響其系統安全功能，故評估結果屬無安全顧慮之綠色燈號。

視察結果第(1)、(3)及(4)項，未發現缺失。

4. 處置

視察結果第(2)項已開立注意改進事項，要求電廠進一步改善。

四、107年有關熱沉效能視察發現事項(注意改進事項 AN-CS-107-01-0)電廠辦理情形查證

(一)視察範圍

本項視察係就107年第1季有關熱沉效能視察所開立之注意改進事項AN-CS-107-01-0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)查證本案共有7項要求改進事項，確認電廠需澄清/補充說明、調整訓練課程內容、修訂程序書及其他需改善之項目，已完成共計6項，未結案之第貳、三、3項持續辦理中。

(2)抽查已結案之第貳、三、2、a~c項，緊要寒水泵F及G台維護內容，與廠家維護手冊所描述不一致，及未將回裝作業之扭力值資料列於程序書中，確認電廠已修訂該程序書並補充缺漏之處。

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

本季紅綠燈視察，針對熱沉效能主題進行查證，綜合視察結果顯示核一廠熱沉相關系統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9項視察結果，初步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。視察結果中需進一步改善部分，已開立注意改進事項AN-CS-108-07-0，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

熱沉效能查證

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. NRC Inspection Procedure-60801 「Spent Fuel Pool Safety at Permanently Shutdown Reactors」
7. 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。

陸、

視察活動相關照片



視察前會議情形



視察後會議情形

附件一 108年度第3季核能一廠核安管制紅綠燈視察計畫

一、視察人員

(一) 領隊：曹科長松楠

(二) 視察人員：顏志勳、曹裕后、江建鋒、林子桀

二、視察時程：

(一) 時間：108年8月26日~29日及9月3日

(二) 視察前會議：

108年8月26日上午9:30

(三) 視察後會議：

108年9月3日下午13:30

三、視察項目：

1. RHR 及 CSCW 系統熱交換器熱傳效能。(含 1、2 號機)

2. RHR、CSCW、SFPPCS 及 SFPACS 之維護與測試。(含 1、2 號機)

3. 最終熱沉(包括緊要海水泵室、取水渠道、緊要海水系統及 SFPACS 冷卻水塔)結構、組件之維護與測試。(含 1、2 號機)

4. 107 年視察發現事項(注意改進事項 AN-CS-107-01-0)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 AN-CS-107-01-0 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 SFPPCS 及 SFPACS 維護與測試作業、設備異常狀況說明(107 年迄今)。

4. 最終熱沉(包括緊要海水泵室、取水渠道、緊要海水系統及 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(107 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 107 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 AN-CS-107-01-0 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)2232-2163

編號	AN-CS-108-07-0	日期	108年10月8日
廠別	核一廠	承辦人	曹裕后 2232-2161
<p>注改事項：本會執行 108 年第 3 季核一廠核安管制紅綠燈「熱沉效能」專案視察發現，請檢討改善。</p> <p>內 容：</p> <p>一、 RHR 及 CSCW 系統熱交換器熱傳效能</p> <p>1. 依程序書 726.12-廠用海水管路及熱交換器維護程序書，第 6.13.9 節說明每只熱交換器允許塞管總數目不得超過 220 支，查證 2 號機 106 年 8 月 15 日至 12 月 29 日維護記錄，發現附表四 CSCW 熱交換器 A/B loop 效能測試記錄表之塞管數為 335 支/322 支，經人員訪談電廠發現有誤，經確認後修正為 168 支/161 支；另第 6.15.3 節說明海水及熱水進出口溫度數據以廠內電腦數據擷取系統（PPCRS）為準，查證 2 號機 108 年 3 月 7 日至 6 月 21 日維護記錄之附表五 RHR 熱交換器 A 效能測試記錄表，發現記錄表項目之熱(海)水進、出溫度數據與 PPCRS 相對應項目之 CSC007(SWS008)、CSC009(SWS010)數據不一致，經人員訪談後電廠確認有誤，已進行修正完成。以上視察發現之紀錄表僅由承辦人判定，未設複審人員，請電廠檢討改善。</p> <p>2. 依程序書 726.12/D726.12 第 6.16.4.2 節說明海水及熱水進出口溫度差須達 3 度以上之條件，以提高測試結果準確度。抽查 1、2 號機 106 年至 108 年附表四及五效能測試記錄表，發現效能結果判定進出口溫度差皆小於 3 度，以致於電廠未進行熱交換率、熱傳係數等效能數據之計算，請檢討改善；若原評估方法有不適用於 1、2 號機目前除役階段的疑慮，核一廠亦應進行評估檢討及進行必要之修訂。</p> <p>二、 RHR、CSCW、SFPCCS 及 SFPACS 之維護與測試</p>			

核能電廠注意改進事項(續頁)

1. 依程序書 781.10-新增用過燃料池循環水泵及冷卻水泵維護程序書，第 3.1 節說明每次大修須執行循環水泵及冷卻水泵拆解檢修作業，查證 1 號機 107 年 6 月 21 日至 8 月 2 日維護紀錄，電廠依規定在 18 個月內執行拆解檢修作業，未發現缺失，惟程序書 D781.10 與 D1102.08-預防保養工作品質管制程序書之附件十一，針對循環水泵及冷卻水泵，則分別規定每 3 次維護測試週期(18 個月)與每 6 次維護測試週期執行拆解檢修作業，考量新增用過核子燃料池冷卻系統(一次側)於除役過渡階段前期歸類為安全相關需維持運轉系統(5A)，建議相關規定仍應比照運轉期間執行拆解檢修作業，請電廠檢討改善。
2. 查證程序書 D780.12-閘閥檢修程序書，經查發現維護測試週期(MSC)檢修計劃時程表，所列 1 號機之閘號及系統清單與 2 號機不一致，請電廠確認其正確性及完整性。
3. 查證程序書 D780.7-止回閥檢修程序書，經查發現維護測試週期(MSC)檢修計劃時程表之所列閘號檢修時間，較原運轉期間程序書 780.7 之維護週期加倍，請電廠提供評估依據，並說明未來如有設備可靠度降低時，將採取之因應作為。

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

1. 依程序書 795.12-廠區結構監測巡視作業程序，第 6.2.2.3 節說明定期檢查須依據前次檢查發現，執行後續追蹤檢查，雖訪談檢查人員，其表示已於檢查時與前次(103 年)檢查發現進行比對，惟未留下比對紀錄，為求檢查紀錄完整性，建議將前次檢查發現納入檢查參考文件並敘明比對情形結果；另，此報告內容雖然架構完整，但欠缺可一目了然之目錄，建議應建立報告內容之目錄表，以利查閱檢視並符合品質紀錄之品質要求。

參考文件：