

核二廠核安管制紅綠燈視察報告
(108 年第 3 季)

行政院原子能委員會 核能管制處

中華民國 108 年 10 月

目 錄

	<u>頁次</u>
視 察 結 果 摘 要	1
壹、電廠本季運轉狀況簡述	3
貳、反應器安全基石視察	5
一、R01 惡劣天候防護	5
二、R04 設備排列配置	6
三、R05Q 火災防護	7
四、R11 運轉人員年度訓練	8
五、R12 維護有效性	8
六、R13 維護風險評估及緊急工作控管.....	9
七、R22 偵測試驗作業	10
八、R23 暫時性修改	11
參、其他基礎視察	12
OA1 績效指標查證	12
設備組件設計基準專案視察	13
肆、結論與建議	13
伍、參考文件	14
附件一 108 年 7-12 月核二廠駐廠視察員執行核安管制紅綠燈視察項 目計畫表	15
附件二 核二廠注意改進事項 AN-KS-108-009	16

視 察 結 果 摘 要

本視察報告係於 108 年第 3 季，依本會核安管制紅綠燈視察作業規劃之視察項目，由本會視察員於駐廠期間就所排定核二廠反應器安全基石視察項目(附件一)，以及「108 年第 3 季核二廠核安管制紅綠燈視察-設備組件設計基準」所執行視察之結果。

本季駐廠期間例行視察項目包括惡劣天候防護、設備排列配置、火災防護、人員訓練、維護有效性、維護風險評估及緊急工作控管、偵測試驗作業、暫時性修改、績效指標查證等 9 項，視察結果有 2 項視察發現，電廠已立即處理完成。另本季執行 108 年第 3 季核能二廠核安管制紅綠燈「設備組件設計基準」專案視察，其主要視察項目包括低壓爐心噴灑系統（LPCS）及緊急循環水系統（ECW）細部設計審查、設備可靠度審查、運轉員操作及處理過程之審查與現場查核。視察結果共有 18 項發現，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；其他仍待後續改進之視察發現，則已開立注意改進事項 AN-KS-108-009-0 要求電廠檢討改善。

初步評估本季駐廠期間及執行專案視察之各項視察發現，並未明顯影響電廠安全運轉能力，故判定屬無安全顧慮之綠色燈號。

本季就視察發現之評估結果，在 3 項基石之燈號判定如下表：

	肇始事件	救援系統	屏障完整
--	------	------	------

1 號機	 綠燈	 綠燈	 綠燈
2 號機	 綠燈	 綠燈	 綠燈

報 告 本 文

壹、電廠本季運轉狀況簡述

1號機

本季機組除下列原因降載外，其餘皆維持滿載運轉。

1. 7月1日、15日、18日、22日、25日、26日、27日、29日、30日、8月3日、6日、8日、13日、9月9日、10日因應海水高溫而降載。
2. 7月14日 06:30起機組負載由 1008MWe 降載，最低至 790MWe 運轉，進行控制棒定期測試、主汽機各閥定期測試與控制棒棒位調整等工作，10:23 工作完成開始緩慢回升負載，7月15日 04:40 達滿載運轉。
3. 8月8日 17:30 機組負載降載至 850MWe 運轉，進行 CWP B 台進口鐘細部檢查；8月9日 12:00 進行控制棒定期測試、主汽機各閥定期測試與清洗水箱、MSIV 定期測試、控制棒佈局更換、控制棒急停測試等工作，最低降載至 490MW 運轉，23:00 工作完成開始緩慢回升負載；8月10日 20:30 機組負載升載至 900MWe，並進行 CWP B 台進口鐘檢修，8月13日 14:03 工作完成繼續回升負載，機組於 23:14 達滿載運轉。
4. 9月8日 06:30 機組負載由 1010MWe 降載，最低至 790MWe 運轉，進行控制棒定期測試、主汽機各閥定期測試等工作，10:09 工作完成開始回升負載，機組於 18:15 達滿載運轉。

2 號機

本季機組除下列原因降載外，其餘皆維持滿載運轉。

1. 7 月 1 日、15 日、18 日、26 日、27 日、29 日、30 日、8 月 3 日、6 日、8 日、13 日、14 日、9 月 9 日、10 日因應海水高溫而降載。
2. 7 月 20 日 23:00 機組負載由 1007MWe 降載，最低至 588MWe 運轉，進行控制棒定期測試、主汽機各閥定期測試、RFPT C 油路查修、控制棒棒位調整與 Battery system E 接地查修等工作，7 月 22 日 20:20 工作完成開始緩慢回升負載，機組於 7 月 23 日 18:30 達滿載運轉。
3. 8 月 18 日 01:00 機組負載由 1009MWe 降載，最低至 490MWe 運轉，進行控制棒定期測試、主汽機各閥定期測試、清洗水箱、MSIV 定期測試、控制棒佈局更換、控制棒急停測試等工作，10:16 工作完成開始緩慢回升負載，機組於 8 月 19 日 16:12 達滿載運轉。
4. 8 月 24 日 10:14 機組負載由 1010 MWe 降載至 640 MWe 運轉，進行 RFPT A 台控制閥油管管路檢修，15:46 工作完成開始回升負載，機組於 21:30 達滿載運轉。
5. 9 月 15 日 06:00 機組負載由 1010MWe 降載至 900MWe 運轉，進行控制棒定期測試，07:35 續降載至 790MWe 運轉，進行主汽機各閥定期測試及控制棒棒位調整，09:40 工作完成開始回升負載，機組於 17:16 達滿載運轉。

貳、反應器安全基石視察

一、R01 惡劣天候防護

(一) 視察範圍

本項視察係參考本會視察程序書 NRD-IP-111.01「惡劣天候防護」之內容，查證電廠對於惡劣天候相關程序書之執行及因應措施，如遇颱風、豪大雨時，電廠之相關作為及其相關設備之可用性。本季查核重點為確認程序書所述運轉人員是否足以維持系統正常功能；檢視颱風豪大雨之淹水可能途徑與電廠防護作為；廠房周圍渠道蓋完整性及維護情形。查核內容為(1)查閱電廠程序書對於惡劣天候來襲之因應作為，包括颱風警報下運轉程序書 576、核二廠防颱作業程序書 576.1、防汛作業程序書 576.2、洪水緊急操作程序 577、循環水系統異常程序書 521 等；(2)視察防洪渠道 A、B，確認渠道是否有阻塞之情形；(3) 視察氣渦輪機廠房、開關場、燃料倉庫外圍溝渠，確認渠道是否有阻塞之情形。查證內容涵蓋「肇始事件」及「救援系統」2 項基石。

(二) 視察發現

1.簡介

本項有 1 項視察發現，初步評估視察發現未影響安全系統功能，評估結果屬無安全顯著性之綠色燈號。

2.說明

8 月 5 日執行視察時，發現防洪渠道 A 第 3 道閘門上游有掉落樹枝，而防洪渠道 B 部分河道亦發現有崩落碎石及雜草阻礙排水情形，已要求電廠儘速改善。

3.分析

上述視察發現為電廠部分區域渠道是否保持暢通之問題，電廠安全未受影響，故判定為無安全顧慮之綠色燈號。

4.處置

本項視察發現已當場要求電廠改善，電廠並已開立 CAP-2019-07002 進行追蹤。

二、R04 設備排列配置

(一) 視察範圍

本項視察係參考本會視察程序書 NRD-IP-111.04「核能電廠設備排列配置」之內容，選定核二廠風險顯著之系統設備排列配置現況進行查核，本次視察範圍參考核二廠程序書 353「緊急循環水系統」、程序書 615.1.1「每月一次高壓爐心噴灑系統可用性測試」、程序書 324.1「RHR 系統低壓注水模式」、與相關 P&ID 圖面，查證 1 號機高壓爐心噴灑系統、1 號機餘熱移除系統 A 迴路及 2 號機緊急循環水系統在正常狀態下之設備排列配置。視察重點為（1）查閱相關系統 P&ID 圖與程序書閥位查對表之一致性；（2）查證系統閥牌及懸掛正確性；（3）查證減震器、吊架及支架等使用狀況；（4）儀表指示狀態；（5）現場閥門開關位置正確性及設備是否有洩漏等，查證內容

涵蓋「救援系統」1項基石。

(二) 視察發現

1. 簡介

本項有 1 項視察發現，初步評估視察發現未影響安全系統功能，評估結果屬無安全顯著性之綠色燈號。

2. 說明

9 月 19 日執行視察時，發現用過燃料池至 RHR A 進口閥 E12-F066A 未列入程序書 324.1 附錄 C 閥位查對表進行查對，現場實際閥位與 P&ID 圖面要求一致，已要求電廠儘速改善。

3. 分析

上述視察發現為程序書內容完整性之問題，電廠安全未受影響，故判定為無安全顧慮之綠色燈號。

4. 處置

本項視察發現已當場要求電廠改善，電廠並改善完成。

三、R05Q 火災防護

(一) 視察範圍

本項視察係參考本會視察程序書 NRD-IP-111.05AQ「核能電廠火災防護」之每季查證內容進行查核。查核重點為現場標示之消防設備佈置圖與實際設備佈置狀況一致性、各手持/移動式滅火器系統可用性、電纜穿越器防

火屏蔽密封性、消防管路與火災偵測設備狀況、現場防火設備查證。查核方式包括現場實地查證及文件核對。本季查證區域包括 1 號機汽機廠房、緊急柴油發電機廠房及 2 號機控制廠房，查證內容涵蓋「救援系統」及「屏障完整」2 項基石。

(二) 視察發現：無安全顯著性之視察發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。

四、R11 運轉人員年度訓練

(一) 視察範圍

本項視察係參考本會視察程序書 NRD-IP-111.11「核能電廠運轉人員年度訓練暨測驗計畫視察程序書」之內容，查核電廠在職訓練課程執行情形，查核重點為講師之電廠訓練安排與教材內容、上課狀況等。本季抽查年度訓練課程之上課情形與課程內容安排，抽查課程包括「維護人員年度輻防訓練」及「儀控組全迴路訓練」，並查核運轉人員年度訓練計畫，查證內容涵蓋「肇始事件」、「救援系統」及「屏障完整」3 項基石。

(二) 視察發現：無安全顯著性之視察發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。

五、R12 維護有效性

(一) 視察範圍

本項視察係參考本會視察程序書 NRD-IP-111.12「核能電廠維護有效性」之每季查證內容，查核電廠在現有建立之維護法規（Maintenance Rule, MR）管理系統下，對於安全相關結構、系統及組件（SSC）功能績效或狀況是否能

經由適當的預防保養而被有效地掌控，並能合理地偵測性能劣化。查核重點為(1)確認電廠能妥善地處理 SSC 績效降低或狀況；(2)電廠在維護法規範圍內對於 SSC 問題的處理情況；(3)根據 SSC 功能績效或狀況的審查，決定被影響之 SSC 是否已經歸類在 50.65(a)(1)下列管，或是在(a)(2)下經由適當的預防保養而有效地控制績效。本季查核核二廠 SSC 功能流程與組織架構及相關程序書建立情形，以及核二廠維護法規(a)(1)及(a)(2)項目之正確性與評估作業，包括維護法規審查小組(MREP)成員及代理人名單更新、維護法規審查小組(MREP)會議頻次，並查核 108 年 6 月 20 日 MREP 會議紀錄與核二廠 MRDB 資料庫列入(a)(1)項目新增案件。查證內容涵蓋「肇始事件」、「救援系統」及「屏障完整」3 項基石。

(二) 視察發現：無安全顯著性之視察發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。

六、R13 維護風險評估及緊急工作控管

(一) 視察範圍

本項視察係參考本會視察程序書 NRD-IP-111.13「核能電廠維護風險評估及緊要工作控管」內容，針對電廠計畫性及緊要工作等維護作業，查證其風險評估作業之執行情形。查核重點包括(1)電廠風險評估之執行與管理情形；(2)電廠於運轉模式下，維護相關之作業所執行風險評估之妥適性；(3)電廠「因非預期情況造成之緊急工作作業」之風險管控執行狀況。本季抽查核技組人員應用 PRA 程式進行風險管控與使用排程風險系統 MIRU 進行風險分析之作業

情形，查核 1 號機爐心受損頻率(CDF)因執行緊急爐心冷卻系統(ECCS 第二區功能試驗和 2 號機爐心受損頻率因執行高壓爐心噴灑系統(HPCS)、廠用冷卻水系統測試/柴油發電機運轉性能測試時之變動風險評估結果。查證內容涵蓋「肇始事件」、「救援系統」及「屏障完整」3 項基石。

(二) 視察發現：無安全顯著性之視察發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。

七、R22 偵測試驗作業

(一) 視察範圍

本項視察係參考本會視察程序書 NRD-IP-111.22「核能電廠偵測試驗」之內容，就偵測試驗執行情形與測試紀錄進行查證，以確認相關設備皆依規定執行測試，並驗證其功能正常。查核重點包括(1)測試程序書之測試內容、週期與合格標準是否符合運轉技術規範之規定；(2)偵測試驗前之準備，包括：使用之儀器設備是否在有效期限內、測試時程序書之遵循；(3)測試結果是否合乎要求之判定與處理、測試後之設備回復程序；(4)測試紀錄是否完整，若測試結果不合格，是否如實記錄並採取適當處理與改善措施等。

查證內容涵蓋「肇始事件」及「救援系統」2 項基石，抽查之偵測試驗包括：

1 號機

1. 程序書 618.2.1「備用柴油發電機運轉性能測試」(Div. II)。
2. 程序書 618.2.8「第五台柴油發電機運轉性能測試」(併聯入 Div. II)。

3. 程序書 615.1.2-IST「高壓噴水系統電動閥可用性測試」。
4. 程序書 617.3.3-IST「爐心隔離冷卻系統電動閥可用性試驗」。
5. 程序書 618.2.1「備用柴油發電機運轉性能測試」(Div. I)。

2 號機

1. 程序書 615.3.3-IST「LPCI 額定流量試驗」。
2. 程序書 618.2.1「備用柴油發電機運轉性能測試」(Div. I)。
3. 程序書 615.2.3「LPCS 額定流量試驗」。
4. 程序書 612.5.1-IST「備用硼液控制系統每個月可用測試／三個月之可用測試」。
5. 程序書 618.2.1「備用柴油發電機運轉性能測試」(Div. II)。

(二) 視察發現：無安全顯著性之視察發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。

八、R23 暫時性修改

(一) 視察範圍

本項視察係參考本會視察程序書 NRD-IP-111.23「核能電廠暫時性修改」之內容，查證 1、2 號機臨時性線路/管路之拆除/跨接案件管制狀況。查核重點包括(1)查證電廠設定值暫時性變更管制是否依程序書 1102.03 執行；(2)暫時性修改後，確保原有系統保持可用及安全功能未受影響；(3)查證重要安全事項評估表內容與暫時性修改目的之一致性。

本次視察抽查核二廠內部網頁有關「拆除跨接/設定暫時變更卡作業」登錄情況，1 號機未結案設定值暫時性變更有 1 件，臨時性線路、管路拆除/跨

接有 2 件；2 號機未結案設定值暫時性變更有 1 件，臨時性線路、管路拆除/跨接有 1 件，與主控制室電氣主任列管的未結案拆除跨接/設定暫時變更資料紀錄核對後一致，並查證新增案件之登錄、申請與評估情形，內容涵蓋「救援系統」及「屏障完整」2 項基石。

(二)視察發現：無安全顯著性之視察發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。

參、其他基礎視察

OA1 績效指標查證

(一) 視察範圍

本項視察係參考本會視察程序書 NRD-IP-151「核能電廠績效指標查證」，針對核二廠安全績效指標評鑑報告之正確性與流程完整性進行查證，抽查核電廠陳報的績效指標數據，與電廠值班運轉日誌、請修單、偵測試驗紀錄等相關紀錄與數據間之一致性，以及查證電廠自評安全績效指標評鑑流程完整性及合理性和電廠建立績效指標數據的程序及計算資料正確性。查證內容包括(1)抽查 108 年第 2 季安全績效指標變動性項目及不可用時數之新增事件與值班運轉日誌、偵測試驗紀錄中所記載資料之一致性；(2)訪查安全績效指標運轉組承辦人員對於肇始事件之安全績效指標工作流程熟悉度及資料記載程序之完整性，以及抽查電廠辦理自評安全績效指標評鑑流程；(3)抽查 1 號機及 2 號機 DIV I D/G 不可用時數；(4)查核核二廠 108 年第 2 季各項安全績效指標。查證內容涵蓋「肇始事件」、「救援系統」及「屏障完整」等 3 項基石。

(二) 視察發現：無安全顯著性之視察發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。

設備組件設計基準專案視察

(一) 視察範圍

本項視察係本會於 108 年 7 月 22 日至 26 日期間，依本會視察程序書「核能電廠問題之確認與解決視察程序書 (NRD-IP-152)」、「設備組件設計基準視察程序書 (NRD-IP-111.21)」之內容進行查證核電廠設備組件之初始設計及其後之修改案是否能維持其既有安全功能，且運轉員操作能執行其設計基準功能。本次視察選取之系統分別為低壓爐心噴灑系統(LPCS)及緊急循環水系統(ECW)，並就該等選取系統之設計審查、設備維護能力及過去運轉經驗等方面進行視察。查證項目包括所選系統之(1)細部設計（含電廠修改案）審查之查核；(2)設備可靠度審查及現場查核；(3)運轉員操作及處理過程之查核等項，確保電廠設備組件維持與設計基準之一致性。

(二) 視察發現

本項視察共有 18 項視察發現，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；其他仍待後續改進之視察發現，則已開立注意改進事項 AN-KS-108-009-0 (附件二)要求電廠檢討改善。此次視察發現初步評估均未明顯影響查核之系統設備安全功能，經判定仍屬無安全顧慮之綠色燈號。

本項視察相關內容請詳參本會「108 年第 3 季核二廠核安管制紅綠燈視察報告-設備組件設計基準(NRD-NPP-108-17)」。

肆、結論與建議

核二廠 108 年第 3 季之核安管制紅綠燈視察，本會視察員就惡劣天候防護、設備排列配置、火災防護、人員訓練、維護有效性、維護風險評估及緊急工作控管、偵測試驗作業、績效指標查證等項之視察結果，有 2 項視察發現，電廠已改善完成。另本季執行 108 年第 3 季核能二廠核安管制紅綠燈「設備組件設計基準」專案視察，視察結果共有 18 項發現，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；其他仍待後續改進之視察發現，則已開立注意改進事項 AN-KS-108-009-0 要求電廠檢討改善。本季駐廠期間及執行專案視察之各項視察發現評估結果，並未明顯影響電廠安全運轉能力，故判定屬無安全顧慮之綠色燈號。

伍、參考文件

1. 本會 NRD-PCD-005 「核能電廠核安管制紅綠燈視察指標判定作業程序」。
2. 本會 NRD-PCD-015 「核安管制紅綠燈視察作業規劃程序書」。
3. 本會視察程序書 NRD-IP-111.01 、 NRD-IP-111.04 、 NRD-IP-111.05AQ 、 NRD-IP-111.11 、 NRD-IP-111.12 、 NRD-IP-111.13 、 NRD-IP-111.22 、 NRD-IP-111.23 與 NRD-IP-151 。

附件一 108 年 7-12 月核二廠駐廠視察員執行核安管制紅綠燈視察項目計畫表

駐廠日期	SDP 視察項目		S <u>偵測試驗查證</u>(S1：1 號機，S2：2 號機) T <u>運轉人員再訓練</u>、PI <u>績效指標查證</u> A <u>設備排列配置查證</u>(A1：1 號機，A2：2 號機) MR-a1/2 <u>維護有效性每季部分</u> MR-a4 <u>維護風險評估及緊急工作控管每季部分</u> DCR-T <u>暫時性修改</u> F <u>火災防護每季</u>(F1：1 號機，F2：2 號機) BW <u>惡劣天候防護</u>、FL <u>水災防護</u> 備註 1：設備配置查證項目：HPCS、RHR、RCIC、LPCS、SBLC、ED/G、ECW。 備註 2：安全設備計畫性/臨時性維護後測試(111.19)為需要時執行，當週若適逢需執行維修後測試情況，可取代當週之偵測試驗查證。 備註 3：當執行 111.22/ 111.19 相關試驗作業時，若涉及設備可用性判定時，則應另增可用性判定查證(111.15)。 備註 4：當機組發生異常時，若判斷其影響程度並非重大事件，視需要由駐廠執行事件處理追蹤(153) 備註 5：當選定問題需由駐廠追蹤查證時(例：運轉期間暫行措施)，可視需要由駐廠執行問題確認與解決(152)。 備註 6：偵測試驗作業查證、設備排列配置查證、火災防護及暫時性修改有 1/2 號機組之分，執行時需彈性調整平均分配至兩部機組。 備註 7：設備排列配置查證，每季 3 次當中，2 次為 2 個部分系統查證，1 次為 1 個完整系統查證。 備註 8：惡劣天候防護及水災防護原則上為每年 5 月之前完成，執行時間由各專案小組自行規劃；為減少駐廠期間之負荷(每週駐廠固定查證兩個視察主題)，若執行惡劣天候防護或水災防護查證，可取代當週之偵測試驗查證。
07 月 01 日~07 月 05 日	S1	A2 (ECW)	
07 月 08 日~07 月 12 日	S2	F1	
07 月 15 日~07 月 19 日	S1	T	
07 月 22 日~07 月 26 日	S2	DCR-T	
07 月 29 日~08 月 02 日	S1	PI	
08 月 05 日~08 月 09 日	BW	MR-a1/2	
08 月 12 日~08 月 16 日	S2	F2	
08 月 19 日~08 月 23 日	S1	A1 (HPCS)	
08 月 26 日~08 月 30 日	S2	MR-a4	
09 月 02 日~09 月 06 日	S1	F1	
09 月 09 日~09 月 12 日	S2	T	
09 月 16 日~09 月 20 日	S1	A2 (RHR)	
09 月 23 日~09 月 27 日	S2	F2	
09 月 30 日~10 月 05 日	S1	DCR-T	
10 月 07 日~10 月 09 日	S2	NA	
10 月 14 日~10 月 18 日	S1	A2 (LPCS)	
10 月 21 日~10 月 25 日	S2	PI	
10 月 28 日~11 月 01 日	S1	MR-a4	
11 月 04 日~11 月 08 日	S2	F1	
11 月 11 日~11 月 15 日	S1	A1 (RCIC)	
11 月 18 日~11 月 22 日	S2	T	
11 月 25 日~11 月 29 日	S1	MR-a1/2	
12 月 02 日~12 月 06 日	S2	F2	
12 月 09 日~12 月 13 日	S1	DCR-T	
12 月 16 日~12 月 20 日	S2	A1 (EDG)	
12 月 23 日~12 月 27 日	S1	T	
12 月 30 日~01 月 03 日	S2	S1	

附件二 核二廠注意改進事項 AN-KS-108-009

編 號	AN-KS-108-009-0	日 期	108 年 8 月 23 日
廠 別	核二廠		

注改事項：本會 108 年第 3 季核二廠設備組件設計基準專案視察之視察發現，請檢討改進。

內 容：

一、細部設計(含電廠修改案)審查之查核

1. 查核二廠測試程序書 615.2.3-IST 所訂低壓噴灑系統額定流量測試需採取行動之流量與差壓低限值分別為 316 LPS 與 19.86 kg/cm^2 ，經換算均較運轉技術規範所訂 LPCS 流量 $\geq 5010 \text{ GPM}$ 與差壓 $\geq 284 \text{ psi}$ 之要求略低，請檢討改進。

2. 查 DCR-K2-4311 設計修改案係管路平時盲封，欲使用時拆開盲封再另以短管連接之方式，修改為隔離閥操作之方式，惟查程序書 1451.2 第 79 頁與 FSAR 第 9.2-3、9.2-3a 及 9.2-15 等頁均仍為變更前之敘述，並未對應修正，請檢討改進。

3. 查 DCR-K1-4520/K2-4521 設計修改案係新增移動式第二熱沉及增設相對應引接點，相關內容未見從吸取海水到泵送至引接點之過程係如何列置之說明，及列置過程中可能遭遇困難狀況之檢討與因應措施，可行性評估未盡周全，請檢討改進。

4. 查 DCR-K2-4536 設計修改案係對於 ECW 系統提供之海水流量，以減少 DIESEL ENGINE JACKET WATER 分支迴路海水流量之方式，來增加 RHR 熱交換器分支迴路海水流量的餘裕，其中對於另一分支迴路緊急冷凍水系統(ECHW)海水流量所訂之功能測試標準為 741 GPM，惟查程序書

核能電廠注意改進事項(續頁)

617.1.1 對 ECHW 系統所訂海水流量測試接受標準為 674 GPM，有不一致情形。對該不一致情形，經說明係因 92 年重新計算 ECHW 系統所需海水流量可降為 674 GPM，惟查該重新計算內容，雖有些餘裕考量，然並未考量儀器量測不準度 ($\pm 3\%$) 及流量計晃動之人為判斷不準度，該所訂 674 GPM 接受標準之保守度略有不足，請檢討改進。

二、設備可靠度審查及現場查核

1. 查程序書 703.2「低壓爐心噴灑泵(LPCS PUMP)保養作業程序書」內容，1 號機 EOC-25、26 大修均為一般檢查，2 號機 CY-25 大修為分解檢查，EOC-25 大修為一般檢查，程序書中未規範分解檢查與一般檢查維護之檢查週期，僅能分別於 1 號機、2 號機之核二廠設備維修計畫週期表中查詢，該程序書所載兩部機組之檢查週期並不明確，請檢討改進。
2. 查程序書 703.2 所述 LPCS PUMP 保養作業程序「6.3 一般檢查」、「6.4 維護後測試:依據 738.3 程序書執行，並將結果填於附表一、二、三」，經查 1 號機 EOC-25、26 大修及 2 號機 EOC-25 大修均為一般檢查維護，但檢查記錄附表一、二、三均為 NA，未見有測試記錄，程序書未明確規範何種檢查需執行維護後測試，請檢討改進。
3. 現場查證 LPCS 泵室之設備排列配置，經與 P&ID 圖 M-22 Sh. 2 比對發現，LPCS 充水泵至 RHR A 出口閥(E12-F085A)依 P&ID 圖所載並未上鎖，惟現場該閥卻掛有鎖鏈，程序書 654 亦將該閥列為上鎖閥類，均與 P&ID 圖所載不符，請檢討改進。
4. 查緊急循環水泵(ECW PUMP)最近 3 次大修後測試紀錄發現，緊急循環水泵之差壓經常未能符合程序書 617.1.1-IST 所訂規範區間，且經常性更改差壓規範區間，請檢討改進。

核能電廠注意改進事項(續頁)

5. 查緊急循環水泵劣化趨勢係藉由程序書 617.1.1-IST 附件九-2，於流量 2800 GPM 時執行差壓量測，並非緊急循環水泵全功率運轉時(RHR 熱交換器投入時)量測，所得測試數據能否確實反應緊急循環水泵之設備可靠度及劣化趨勢，請檢討改進。
6. 抽查 ECW 系統儀電相關請修單，發現 106 年 11 月 17 日偵測轉盤間隙偏移儀器固定螺絲墊片鬆動，另於 108 年 6 月 11 日又有未能偵測轉動狀況之請修單，雖經鎖緊螺絲及調整轉盤間隙後恢復正常，惟此等均為大修時更換組件且大修後發生故障，相關程序書未列更換週期，亦無設備安裝更換之步驟說明，請檢討改進。
7. 查 105 年 10 月 13 日 OB1-1050213 請修單係迴轉欄污柵 1C MCC 1RU04 盤控制線破損，造成接地故障。經至現場查看盤內佈線狀況，控制線佈線係使用不銹鋼金屬架支撐，有破壞電線絕緣皮導致接地之風險，請檢討改進。

三、運轉員操作及處理過程之查核

1. 查證電廠每三個月依據程序書 615.2.3-IST 執行 LPCS 系統額定流量測試，為配合測試需求，於測試前需執行 LPCS 泵浦馬達絕緣量測及高點排氣，致 LPCS 系統暫時無法滿足可用條件，惟依據運轉技術規範 BASES TABLE 3.5.1-1 說明，LPCS 系統響應時間為 ≤ 40 秒，但電廠執行相關絕緣量測及高點排氣作業並未考慮其風險顯著性對系統響應時間設計需求的影響，請檢討改進。
2. 依據電廠 RER-108-22-001-1 有關 2 號機 EOC-25 大修期間緊急循環水泵 2P-4A 跳脫導致停機冷卻模式不可用事件之說明，事件肇因為海水挾帶堅硬物件旋入運轉中泵浦葉輪葉片與葉輪襯座之間隙所致，電廠

核能電廠注意改進事項(續頁)

承諾機組大修期間，於泵浦初次起動前，再次確認泵浦進口取水坑無異物遺留方可執行泵浦運轉測試，惟查此承諾未見明訂於相關程序書及有相關人員訓練紀錄，請檢討改進。

3. 查程序書 574.42 對主控制室 1(2)C01 盤出現“LPCS SYSTEM ACTIVATED”警報時運轉員需採取措施之說明為「由低壓爐心噴灑系統泵浦運轉中確認低壓爐心噴灑系統是否動作，並且若反應爐壓力低於 490 psig，注水閥 EL-HV-112(E21-F005)將開啟並且開始注水。」惟依據運轉技術規範 Table 3.3.5.1-2 Function 1d 之說明，LPCS Reactor Steam Dome Pressure-Low (Injection Permissive)設定允許值為 365~450 psig，該程序書所訂 LPCS 注水閥允許開起之壓力設定值與運轉技術規範要求不一致，請檢討改進。
4. 查程序書 574.42 對主控制室 1(2)C01 盤出現“LPCS PUMP DISCHARGE PRESSURE ABNORMAL”警報時運轉員需採取措施之說明為「若為低壓力時，此表示低壓爐心噴灑系統注水泵為不可運轉，確認注水泵浦運轉中且閥的管閥排列正確。」此措施說明語意不詳，恐無法明確引導運轉員採行正確措施，請檢討改進。
5. 查程序書 574.39 及 574.40 對主控制室 1(2)C01 盤出現“EMERG CIRC WTR PUMP A/B DISCH LOW PRESS”警報時運轉員需採取措施之說明為「若發現 RHR Hx 的海水流量 1EH-FI-164/151 指示大於 459 L/S 時，則立即手動關閉熱交換器進/出口閥。」另查程序書 616.4.2.2、617.1.1-IST、619.6-IST 所述注意事項有「當 RHR Hx 海水併入使用時，請查証運轉流量須<440 L/S 否則立即關閉熱交換器海水側進出口閥並通知維護組進行肇因分析及相關處理措施。」前述不同程序書對

核能電廠注意改進事項(續頁)

RHR Hx 海水併入使用時，其海水流量達須立即手動關閉其進/出口閥之數值要求，有不一致情形；再者，主控制室 1(2)C01 盤 RHR A/B Hx 海水流量錶 1(2)E12-R602A/B 之指示範圍為 0~440 L/S，運轉員亦無法從該流量錶判斷 RHR Hx 的海水流量是否大於程序書 574.39 及 574.40 所訂之 459 L/S，請檢討改進。

6. 查程序書 353 指出緊急循環水系統共有 31 只反向操作閥，為與正向操作閥區別，其操作手輪係漆成紅色，惟現場查證發現，部分非反向操作之洩水閥與逸氣閥之手輪亦為紅色，可能誤導而增加操作失誤之機率，請檢討改進。

參考文件：

1. 本會視察程序書 NRD-IP-111.21 「設備組件設計基準視察程序書」。
2. 美國核管會 71111.21 「Component Design Bases Inspection」。