

核二廠核安管制紅綠燈視察報告
(103 年第 2 季)

行政院原子能委員會 核能管制處

中華民國 103 年 8 月

目 錄

頁次

視察結果摘要

壹、 電廠本季運轉狀況簡述	1
貳、 反應器安全基石視察	3
一、R01 惡劣天候防護	3
二、R04 設備排列配置	3
三、R05 火災防護	4
四、R06 水災防護	4
五、R11 運轉人員年度訓練暨測驗計畫	5
六、R12 維護有效性	5
七、R13 維護風險評估及緊要工作控管	6
八、R15 可用性評估	7
九、R17 永久性修改	8
十、R19 維護後測試作業	8
十一、R22 偵測試驗作業	9
參、 其他基礎視察	10
OA1 績效指標查證	10
肆、 結論與建議	11
伍、 參考文件：	12
附件一 核能二廠 103 年電力系統專案視察計畫	13
附件二 核能電廠注意改進事項	15

視 察 結 果 摘 要

本視察報告係於 103 年第 2 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，以及每 3 年電力系統所執行專案團隊視察之查證結果。

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、水災防護、運轉人員年度訓練暨測驗計畫、維護有效性、維護風險評估及緊要工作控管、可用性評估、永久性修改、維護後測試作業、偵測試驗作業、績效指標查證等；另於 103 年 6 月 9 日至 103 年 6 月 13 日期間，執行電力系統專案團隊視察。

駐廠期間例行視察項目之查證結果，並未發現缺失；電力系統視察查證結果共有 21 項視察發現，評估結果均為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要求電廠檢討改進，詳細內容請參考本會紅綠燈視察報告 (NRD-NPP-103-18)。

經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. 4月4日 04:52 因大量銅藻湧入進水口，機組負載自 1023MWe 降載至 970MWe 運轉，進行清理工作，06:57 工作完成開始回升負載，機組於 07:15 恢復滿載運轉。
2. 5月26日 因進行循環水泵(CWP)B 台軸承高溫檢修工作，降載至 566MWe 運轉，5月27日 05:02 檢修作業完成後開始回升負載，於5月27日 08:48 達滿載運轉。
3. 4月26日、5月24日及6月22日降載執行控制棒、主汽機各閥定期測試與主冷凝器水箱清洗作業，其中5月24日並進行 FRPT-B 台潤滑油/高壓油泵換台運轉、6月22日進行控制棒停妥時間測試、MSIV 快速關閉測試與控制棒佈局更換等工作。

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. 4月20日、4月24日、4月25日、5月18日、5月24日因主冷凝器水箱 (A/B)高導電率，降載進行查漏塞管工作。

2. 4月19日、5月17日及6月14日降載執行控制棒與主汽機各閥定期測試，其中5月17日並進行MSIV、控制棒急停時間/停妥時間定期測試、控制棒佈局更換與清洗主冷凝器水箱等工作。

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，選定核二廠風險顯著系統，查證電廠對於惡劣天候相關程序書之執行及因應，如遇海嘯來襲時，電廠之相關作為及其相關設備之可用性。視察重點包括電廠相關程序書所述應變措施是否足以維持系統之正常功能、廠房內防水門、屏蔽及穿越器填封設計及完整性之查證、廠房穿越管路防水功能之研判及查證等。抽查內容包括颱風來襲、海嘯緊急應變程序、豪大雨或洪水緊急操作程序與循環水系統異常等電廠對於惡劣天候相關程序書；因應季節性或天候異常改變造成海草或小魚群影響循環水海水泵室取水之改善措施；廠房穿越器完整性依據程序書 796 定期檢查；以及針對防淹水(含海嘯)之改善措施辦理情形等。本季查證內容涵蓋「肇始事件」1 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。

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。本季查證 1 號機備用硼液控制系統與 2 號機高壓爐心噴灑系統之設備排列配置。

視察重點為（1）P&ID 編號與程序書 321/326 閥位與編號之一致性；（2）現場閥牌正確性及懸掛、吊架及支架安裝情形；（3）控制室盤面指示燈號狀態核對；（4）現場閥門位置正確性及閥門洩漏檢視。

（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。

三、R05 火災防護

（一）視察範圍

本季視察為駐廠期間執行之每季視察，係參考本會視察程序書 NRD-IP-111.05AQ「核能電廠火災防護」之內容進行查核，查核重點為現場消防設施佈置與電廠消防設施佈置圖之一致性、電纜穿越器防火屏蔽密封性、以及各滅火器系統可用性與巡視紀錄、消防管路與火災偵測設備狀況。查核方式包括現場實地查證及文件核對，範圍包括：1、2 號機控制廠房及 1 號機燃料廠房，查證內容涵蓋「救援系統」1 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、R06 水災防護

（一）視察範圍

本項視察係參照本會視察程序書 NRD-IP-111.06「核能電廠水災防護」之內容進行查核。本季查核項目包括水災防護相關程序書內容、現場水災防護設施狀況與福島事故後核二廠水災防護加強措施。抽查內容在程序書部分包括程序書 577「豪大雨或洪水緊急操作程序」、577.1「廠房緊急排水作業程

序」、576.1「防颱作業程序書」與 576.2「防汛作業程序書」等；並赴 1、2 號機柴油機廠房前及緊急循環水泵室巡視；抽測主警衛室及東南角大門手動水閘門關閉演練情況；抽查核二廠水災防護加強措施及水災防護履勘報告附件 B，廢料廠房穿越管 01/03 與汽機廠房穿越管 19 列入 CAP 改善項目之現況。查證內容涵蓋「肇始事件」及「救援系統」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。

五、R11 運轉人員年度訓練暨測驗計畫

(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」之內容，查核電廠運轉人員之再訓練執行情形，查核重點為講師之訓練教材內容、上課狀況及觀察組評核之作業。查證課程為 5 月 28 日持照及非持照運轉值班人員在值訓練：「防範人為疏失訓練及全迴路訓練」之再訓練課程內容與上課情形。查證內容涵蓋「肇始事件」及「救援系統」2 項基石。

(二) 視察發現：無安全顯著性之視察發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。

六、R12 維護有效性

(一) 視察範圍

本項視察主要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，查核電廠現有維護方案 (Maintenance Rule, MR)，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維護保養而被有效地掌控，並能合理地偵測可能之性能劣化。查核重點為(1) 確認電廠能妥善地處理 SSC 降低績效或狀況；(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)下被監視，或是在(a)(2)下經由適當的預防保養而有效地控制績效。

本季查證內容包括電廠列入(a)(1)類 SSC 的改正措施規劃與性能目標列管情形與維護法規審查小組（MREP）定期召開會議情形。查證內容涵蓋「肇始事件」、「救援系統」2 項安全基石。

（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、R13 維護風險評估及緊要工作控管

（一）視察範圍

本次視察主要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) 電廠於運轉模式下，維護相關之作業所執行風險評估之現況；(2)電廠對「經風險評估所得知計畫性維護作業風險」所採行之管理措施；(3)電廠「因非預期情況造成之緊急工作作業」之規劃及管控執行狀況電廠風險評估之執行與管理情形。

本季查核內容為核二廠維護風險評估及緊急工作控管執行狀況，包括事先計算核安管制紅綠燈相關重要安全系統失效風險、對於各項計畫性測試或維護工作使用排程風險系統 MIRU 進行風險分析作業、觀察 MIRU 13 週排程 T+15 週會議時各組溝通協調作業，並查看軟體之運作與插件管理之落實程度。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。

八、R15 可用性評估

(一) 視察範圍

本次視察主要參考本會視察程序書 NRD-IP-111.15「核能電廠可用性評估」內容，針對電廠品質不符通知所進行之重要安全事項評估表及非屬法規修補管路評估報告表中，屬於可用性評估案件之評估情形進行查證。查核重點為(1)查閱電廠狀況相關文件，確認正確地執行劣化組件之可用性評估；(2)查證電廠可用性評估案件技術上的適切性，並確認其是否正確判定設備之可用性；(3)查證電廠對其所評估之狀況是否考慮其他劣化狀況及其對補償措施之影響；(4)查證可用性評估內容包括補償措施，確認相關措施是否就位，且可發揮其所預期功能及進行適當地管控；(5)查證電廠設備可用性是否被正確地判定，以確保 SSC 可使用性且沒有未被發現之風險增加情形。

本季查證內容包括電廠於 103 年開立之不符合品質案件 4 項的管制程序及長期存在之問題以「機組異常設備擇期檢修每週追蹤表」上網追蹤機制，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。

九、R17 永久性修改

(一) 視察範圍

本次視察主要參考本會視察程序書 NRD-IP-111.17「核能電廠永久性修改」內容，針對風險顯著之結構、系統及組件的修改，可能會負面地影響到自身的可用性、可靠性或功能。某一系統的修改可能會影響到介面系統的設計基準和執行功能。一些系統作相似性的修改，可能會引起潛在共通性失效問題，進而影響到電廠風險，針對評估情形進行查證。查核重點為(1)查證電廠永久性修改管制是否依程序書 1103.01 執行；(2)永久性修改後確保原有系統保持可用以及安全功能未受影響；(3)查證重要安全事項評估表內容與永久性修改目的之一致性。

本季查核內容為 1 號機 DCR-K1-3748P01（更新為數位式功率階中子偵測系統 PRNM）、DCR-K1-4286（DIVIII HPCS 柴油發電機控制迴路之 TD1 延時設定由 5 秒改 7 秒）設計修改案件執行狀況。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。

十、R19 維護後測試作業

(一) 視察範圍

本項視察係參考本會視察程序書 NRD-IP-111.19「核能電廠維護後測試作業」之內容，針對電廠維護後之測試作業情形進行查證。查核重點為測試程序與測試紀錄執行情形，以及測試結果是否符合程序書要求。

本季查證內容為就 1 號機 Div. I 柴油發電機依耐震餘裕評結果進行補強後執行「備用柴油發電機運轉性能測試」之維護後測試情形。查證內容涵蓋「救援系統」1 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。

十一、R22 偵測試驗作業

(一) 視察範圍

本項視察主要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；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；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；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。

本季查證內容涵蓋「救援系統」1 項基石，抽查之偵測試驗包括：

1 號機

1. 程序書 617.3.2-IST：爐心隔離冷卻系統額定流量測試。

2. 程序書 618.2.2：高壓爐心噴洒柴油發電機運轉性能測試。
3. 程序書 615.1.3：高壓噴水泵額定流量試驗。
4. 程序書 618.2.1：備用柴油發電機運轉性能測試（Div. I/II）。

2 號機

1. 程序書 618.2.1：備用柴油發電機運轉性能測試。
2. 程序書 616.6.2：氫氣沖淡系統可用性測試 (B LOOP)。
3. 程序書 617.3.2-IST：爐心隔離冷卻系統額定流量測試。
4. 程序書 618.2.2：高壓爐心噴灑系統柴油發電機運轉性能測試。
5. 程序書 612.5.1-IST：備用硼液控制系統每三個月之可用性測試。

二部機共用設備

程序書 618.2.8：第五台柴油發電機運轉性能測試（併聯入 2 號機 Div. I 及 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。

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 103 年第 1 季各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）抽查一號機「臨界 7000 小時非計劃性功率變動>20%額定功率」歷史資料，有關時數累計方式與績效指標方法一致性；（4）抽查核二廠 103 年第 1 季各項安全績效指標燈號判定。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

本次視察無安全顯著性之視察發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。

肆、結論與建議

103 年第 2 季本會視察員就反應器安全基石及其他基礎視察項目，針對核二廠共執行惡劣天候防護、設備排列配置、火災防護、水災防護、運轉人員年度訓練暨測驗計畫、維護有效性、維護風險評估及緊要工作控管、可用性評估、永久性修改、維護後測試作業、偵測試驗作業、績效指標查證、每三年一次電力系統視察等十二項之核安管制紅綠燈視察，查證結果在三年一次電力系統視察共有 21 項視察發現，經評估皆無安全顯著性，屬無安全顧慮之綠色燈號。對

於視察所發現問題，已開立 1 件注意改進事項，請核二廠檢討改善，本會將持續追蹤改善成效。

伍、參考文件：

1. 本會「核能電廠核安管制紅綠燈視察指標判定作業程序」
2. 本會「核子設施違規事項及注意改進事項處理作業程序書」
3. 本會視察程序書 NRD-IP-111.01、NRD-IP-111.04、NRD-IP-111.05AQ、NRD-IP-111.06、NRD-IP-111.11、NRD-IP-111.12、NRD-IP-111.13、NRD-IP-111.15、NRD-IP-111.17、NRD-IP-111.19、NRD-IP-111.22、NRD-IP-151.
4. 本會視察報告 NRD-NPP-103-18「103 年第 2 季核能二廠核安管制紅綠燈視察報告：電力系統視察(3 年)」。

核能二廠 103 年電力系統專案視察計畫

一、 視察人員

(一)領隊：何科長恭旻

(二)視察人員：臧逸群、張維文、顏志勳、張自豪

二、 視察時程

(一)視察時間：103 年 6 月 9 日至 6 月 13 日

(二)視察前會議：103 年 6 月 9 日上午 10 時

(三)視察後會議：103 年 6 月 13 日下午 1 時 30 分

(四)會議地點：核二廠 TSC 會議室

三、 視察項目

(一)安全相關直流系統

(二)地下電纜（含排水設施）維護現況與預防老化策略

(三)電力設備異常管制及相關電力設備(含緊急柴油發電機)改善案

(四)電氣組件環境驗證壽命評估作業

(五)運轉人員再訓練

四、 注意事項：

(一)視察前會議時，請提出下列簡報：

1. 安全相關直流系統供應 24 小時改善案情況，含保護協調設定及維護機制。
2. 地下電纜（含排水設施）維護檢查措施及預防老化策略。
3. 核二廠電力系統設備(含緊急柴油發電機)近三年（100 年起）來運轉異常與設備請修等肇因分析、維修情形及電力改善案。
4. 電氣組件環境驗證壽命評估作業及執行進度說明（含 3 次審查意見辦理情形）。

(二)上述視察所需資料，請電廠事先備妥置於視察會議室。

(三)各視察項目請指派連絡人協助視察相關事宜。另地下電纜溝項目，若選定之地面下設施或人孔須額外人力開啟者，請電廠人員配合提供必要協助。

(四)本案承辦人：張維文(TEL：2232-2136)

核能電廠注意改進事項

編 號	AN-KS-103-005-0	日 期	103 年 7 月 21 日	
廠 別	核能二廠	承辦人	張維文	2232-2136
事 由：針對 103 年第 2 季核能二廠核安管制紅綠燈視察，電力專案視察發現，請檢討改進。 內 容： 一、安全相關直流電源系統： (一) 依運轉規範 SR 3.8.6.2 規定，當 “ battery discharge < 110 V “或” battery overcharge > 150 V “時，需於 24 小時內” Verify battery cell parameters meet Table 3.8.6-1 Category B limits.”，意即如電池電壓降至 110V 以下，應能在 24 小時內將電壓及比重恢復至符合 Table 3.8.6-1 限值。目前因電池組 A 之容量已擴增 1 倍，而在充電機的能力未改變下，是否能符合該偵測試驗之要求，請澄清。 (二) 電池組 A 之容量已擴增 1 倍，而在充電機的能力未改變下，是否仍能符合運轉規範 B 3.8.4 說明”Each battery charger has sufficient capacity to restore the battery bank from the design minimum charge to its fully charged state within 12 hours while supplying normal steady state loads”之要求，請澄清。 (三) 依運轉規範 SR 3.8.4.6 及程序書 618.2.7.3 「安全有關蓄電池組檢查與充電機容量試驗」所規定驗證 DIV I、II 及 5 號 EDG 充電機能提供所定電流及電壓值並持續 4 小時以上，而 DIV III DG 僅驗證持續 2 小時，請澄清此部分有不同標準之原因。 二、地下電纜溝與集水泵設施維護管理： (一) 抽查程序書 740.1.4 執行紀錄，電廠未依程序書 3.4 及 6.4 規定，於颱風或豪雨後 7 天內執行廠區中壓電纜渠道抽水泵之檢查，請檢討。 (二) 查 DIV I ECW 電纜渠道，發現電纜托架上置有雜物；DIV III ECW 電				

核能電廠注意改進事項(續頁)

纜渠道抽水泵之管路有鏽蝕之情形，且 SUMP PUMP 相關管路並無維護保養機制，請檢討。

- (三) 第五台柴油發電機電纜管排上游往一號機區域，各電纜線(電力纜線與信號纜線)於穿越孔出口區域有相互交叉混雜情形，請澄清是否符合電纜佈置規定。
- (四) 抽查發現 1 號機主變區人孔蓋編號 MH1 及 MH-2C 內之電纜托架並未接地，請平行展開清查是否有類似情形。

三、電力設備異常管制及相關改善案：

- (一) 主變壓器曾有發生漏油情形，另核三廠曾發生水入侵變壓器套管事件，請檢討加強大修時對漏油與防範水入侵套管之維護作業。
- (二) 查程序書 740.3 在第 6.2.5.5 節載明”直流電解電容器原則上每 10 年應更新，並記載更換日期。若 10 年到期但功能測試正常，則可延長之”，此內容並不適切，請檢討修訂。並請一併就有年限壽命之零組件，其故障會造成直流系統設備功能失效者，檢討其更換週期。
- (三) 抽查 DCR K1-4093、DCR K1-4094、DCR K0-4067 案件，均有發現簡易功能測試準則及指引之可接受標準與實際測試紀錄表接受標準不一致、程序書之 1225 紀錄表中有部分以打勾方式及無程序書中之 1223 絕緣測試紀錄表之情形，請檢討。

四、電氣組件環境驗證壽命評估作業：

- (一) 程序書 1039.2 於壽命重估時，係採計前最近一次燃料週期與大修期間的環境溫度，非設備使用期間之溫度，請檢討其代表性，且應考慮保守度。
- (二) 電氣組件壽命重估時，除使用公式重新評估外，亦應將原廠家所規定之組件壽命上限納入，以最保守結果為壽命限值（例如 ROSEMOUNT 傳送器之壽命限值），請檢討。

五、請澄清飼水加氫後現場輻射背景值是否仍低於原受其評估之劑量人員系統演練及再訓練：

- (一) 抽查電廠依程序書 115「核二廠專業人員訓練程序書」執行紀錄，發現電氣組近期新進人員並無依程序書內容第 6.2.2 節一、3 項”實用電廠電學”之派訓紀錄，請檢討。
- (二) 值班團隊演練時，值班經理常有直接至盤面進行核對、指揮之情形，由於其需負責督導兩部機之操作應變，建議值班經理應執行督導工作，如注意操作優先順序、重要步驟是否有所遺漏、運轉

核能電廠注意改進事項(續頁)

員操作確實程度。

- (三) 於發生電力系統跳脫時，建議除建立備援電源外，亦宜確認跳脫原因(如電驛振顫)，儘速排除而恢復電源供應。
- (四) 程序書 1451「機組斷然處置程序指引」中於「2.0 適用時機」及「4.5 斷然處置啟動時機」：條件二：喪失所有交流電源，(包括廠外、廠內 EDG、第五台 EDG、氣渦輪發電機等原固定式電源)，而「附件十二之一」策略 KS.1-04-01 卻仍有第五部柴油發電機供電至兩部機組之矛盾情形，請檢討修訂。
- (五) 程序書 1451 附件十，對於圍阻體排氣部分，對於拆除隔離連鎖僅有作業要求，並無對應執行步驟之敘述，請修訂程序書明訂執行步驟。

參考文件：

略