

核二廠核安管制紅綠燈視察報告 (99 年第 2 季)

行政院原子能委員會 核能管制處

中華民國 99 年 7 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、R06 水災防護	4
四、R11 運轉人員年度訓練暨測驗計畫	5
五、R12 維護有效性	5
六、R13 維護風險評估及緊急工作控管	6
七、R20 燃料更換及大修相關作業	7
八、R22 偵測試驗作業	8
參、其他基礎視察.....	10
一、0A1 安全績效指標查證	10
肆、結論與建議.....	10
伍、參考資料	12
附件一 核能二廠2號機第20次大修定期視察計畫	13
附件二 本季視察發出之備忘錄案件	17

視 察 結 果 摘 要

本視察報告係於 99 年第 2 季，由本會視察員就反應器安全基石視察，所執行核二廠核安管制紅綠燈視察之查證結果，其中包含 2 號機第 20 次大修(EOC-20)專案視察（視察計畫如附件一）及各駐廠視察員於駐廠期間，依所排定應執行項目所進行之視察。

核二廠 2 號機自 3 月 22 日執行 EOC-20 大修，並於 4 月 21 日完成且機組併聯發電。本會（含核能研究所支援人力 7 人-天）投入之視察人力總計 82 人-天，視察重點包括核能安全、輻射安全、放射性廢棄物管理等，並執行現場作業查證、電廠人員訪談及紀錄文件審查。該專案視察報告並依反應器安全基石視察程序書進行探討，此次大修各視察分組所發現之缺失，除已在視察期間發出 1 件備忘錄外，其他各項視察結論與建議重要事項，亦將以注意改進事項或備忘錄請電廠改進，期能將此次大修相關經驗回饋至爾後之機組大修中。另初步評估視察發現均尚未嚴重影響系統功能及電廠運轉機制之運作，故評估結果屬無安全顧慮之綠色燈號。

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、水災防護、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、偵測試驗及安全績效指標確認等，並由 4 名駐廠視察員執行。本

季視察電廠各項目結果良好，均無安全顯著性發現，判定屬無安全顧慮之綠色燈號。

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 1 號機除於 4 月 18 日、5 月 16 日、6 月 19 日及 6 月 22 日例行性降載，執行控制棒、主汽機各閥與主蒸汽隔離閥（MSIV）定期測試、控制棒佈局更換或清洗主冷凝器水箱等作業外，其餘時間均維持滿載穩定運轉。

2 號機

3 月 22 日開始進行 EOC-20 大修，各項工作完成後，4 月 19 日 23:02 機組開始抽控制棒，4 月 20 日 05:00 反應器達臨界，並持續升溫升壓，機組於 4 月 21 日 22:55 併聯發電，結束為期 30.9 天之大修。4 月 22 日 09:32 發電機解聯，進行主汽機超速跳脫測試，15:29 控制棒全入，進行主汽機平衡配重、再循環泵機械軸封及冷凝器橡膠封環（RUBBER BELT）更換等工作。4 月 25 日 07:36 重新抽棒，10:47 反應器達臨界，19:36 發電機併聯運轉，21:17 進行匯流排 2A2 電源切換時，因輔助變壓器 C 相差動電驛動作造成發電機跳脫，反應器熱待機。經改正後於 23:50 將電驛復歸，至 4 月 26 日 05:01 發電機重新併聯並持續升載，機組於 4 月 29 日 12:28 達滿載運轉。

4 月 29 日 14:03 機組負載自 967MWe 開始降載，18:04 發電機解聯，反應器熱待機，進行汽機發電機 9 號軸承平衡配重調整，於 20:29 重新併聯發電並持續升載，5 月 1 日 15:09 達滿載運轉。

6 月 10 日 14:01 配合低壓汽機轉子更換前效率試驗之執行，機組負載自 970MWe 降載至 880MWe 運轉，並維持 10 分鐘後，14:21 開始回升負載，機組於 14:31 恢復滿載運轉。

6 月 11 日 17:00 機組依計畫時程降載，21:17 發電機解聯，翌日 02:13 控制棒全入，機組冷爐停機進行再循環泵機械軸封更換。6 月 14 日 16:02 工作完成開始抽棒，18:34 反應器達臨界，6 月 15 日 06:27 發電機併聯發電並持續升載，於 6 月 17 日 01:30 達滿載運轉。

本季 2 號機除上述事件及於 5 月 22 日及 6 月 26 日例行性降載，執行控制棒及主汽機各閥定期測試等作業外，其餘時間均維持滿載穩定運轉。

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「核能電廠惡劣天候防護」之內容進行查核。查核重點包括評估電廠對季節性天候應變之整備（Readiness）情形、審閱其對於惡劣天候時安全風險顯著系統之準備及防護作業、確認程序書所述之運轉員應變措施足以維持重要系統之正常功能、相關偵測試驗於惡劣天候來臨前已先執行或安排執行及電廠已採取現場定期巡視或其它措施，以確保可能受影響之設備功能正常。

本季查證內容涵蓋「肇始事件」1項基石，包括：

- 1、查證程序書所述運轉員應變措施是否足以維持系統正常功能。
- 2、查證電廠對海水泵室之整備及維護情形。

(二) 視察發現：無顯著性之視察發現，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」之內容進行查核。查核重點包括程序書與圖面內容之正確性與適切性，並至現場實地查對閥門位置正確性及閥門洩漏檢視，另包括吊架與支架正確安裝、功能正常，且儀表指示正常等。

本季查證內容涵蓋「救援系統」1 項基石，包括：

1、2 號機低壓爐心噴灑系統（LPCS）查證。

（二）視察發現：無顯著性之視察發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。

三、R06 水災防護

（一）視察範圍

本項視察係參考本會視察程序書 NRD-IP-111.06「核能電廠水災防護」之內容進行查核。查核重點為文件審查及現場查證選定之區域。視察包含多串或多功能之風險顯著地下電纜、可能淹水之地面下設施或人孔。針對需運轉人員執行操作之區域，確認相關因應水災之程序書，可正常順利地依程序書執行相關操作，不致因水災而限制或阻礙其操作。

本季查證內容涵蓋「屏障完整」1 項基石，包括：

1、「洪水緊急操作程序」、「廠房緊急洩水程序」與「防颱作業程序書」執行現況查證。

2、查證 1、2 號機柴油機廠房外海水渠道之上蓋密封情形。

3、緊急循環水泵室廠房、海水泵室及攔污柵週遭環境巡視。

4、1 號機輔機廠房 1~2 樓及控制廠房 1 樓巡視。

(二) 視察發現：無顯著性之視察發現，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，查核重點為電廠運轉之策略與措施、曾經發生過事件以及工業界之經驗等資訊納入訓練與演練情形及上課狀況查證等。

本季查證內容涵蓋「肇始事件」1 項基石，包括：

1、持照及非持照運轉人員再訓練：電廠化學專業訓練。

(二) 視察發現：無顯著性之視察發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。

五、R12 維護有效性

(一) 視察範圍

本次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」，針對在現有電廠建立維護方案（MR）的情況下，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，並能合理地偵測劣化的性能。

本季查證內容涵蓋「救援系統」1 項基石，包括：

1、查證 SSC 功能流程與組織架構，確認電廠能妥善地處理 SSC 降低績效或狀況。

2、抽查檢修單相關紀錄及維護法規審查小組（MREP）會議紀錄等。

（二）視察發現：無顯著性之視察發現，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急工作控管」，針對電廠計畫性及緊急工作之維護作業，執行風險評估之查證。

本季查證內容涵蓋「救援系統」及「屏障完整」2 項基石，包括：

1、查證電廠於運轉模式下，維護相關作業所執行風險評估之妥適性。

2、查證電廠對「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、查證電廠「因非預期情況造成之緊急工作」之規劃及管控執行狀況。

（二）視察發現：無顯著性之視察發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。

七、R20 燃料更換及大修相關作業

(一) 視察範圍

本次視察主要參考本會視察程序書 NRD-IP-111.20「核能電廠燃料更換及其他檢修作業視察程序書」，針對電廠大修計畫及機組前次運轉週期所發生較重大之設備異常執行多項重點事項之查證，詳細之內容請詳參本會「核二廠 2 號機第 20 次大修 (EOC-20) 視察報告 (報告編號：NRD-NPP-99-14)」。

(二) 視察發現：經查證大修維護作業，在工作事項之執行內容、執行政序及經驗回饋等方面，整體而言大致良好，惟大修期間發生 2 件工安事件、水底電視鏡頭玻璃片破損掉落與動力沖洗器噴嘴分流鋼片掉落反應爐底事件及 1 件異常事件，本會已在視察期間發出 1 件備忘錄 (如附件二：KS-會核-99-03-0)，要求核能二廠檢討改正。另輻防部分本次大修期間輻射作業管制良好，並依合理抑低計畫執行，未發生人員劑量超限、環境污染或其他輻安事件。而本次大修期間廢棄物營運檢查結果，並無重大異常發現及違規事件，對整體品質及績效均能控制在良好範圍內符合要求。本會此次大修各視察分組所發現之缺失，除輻防視察分組將以注意改進事項要求改進外，另對於其他各項視察結論與建議重要事項，亦將以注意改進事項或備忘錄請電廠改進，期能將此次大修相關經驗回饋至爾後之機組大修中。本項查證詳細之內容請詳參本會「核二廠 2 號機第 20 次大修 (EOC-20) 視察報告」，初步判定無顯著性之視察發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。

八、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，查核重點包括程序書是否依據運轉規範之測試內容、週期與合格標準執行測試；測試不合格後是否有完整之紀錄，以及採取適當之處理程序與改善措施；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等。選定「肇始事件」、「救援系統」與「屏障完整」3 項基石相關之偵測試驗，就其相關文件紀錄及執行情形進行查證，以確認相關設備皆依規定執行測試，並驗證其功能正常。本季視察之偵測試驗包括：

核二廠 1 號機

1、備用柴油發電機運轉性能測試 (Div. I)

2、高壓爐心噴灑系統 (HPCS) 柴油發電機運轉性能測試

(Div. III)

3、手動急停功能測試

4、低壓注水系統 (LPCI-A) 額定流量試驗

5、低壓噴灑系統 (LPCS) 每月定期可用性測試

6、餘熱移除系統 (RHR-A) 抑壓池冷卻模式及包封容器噴水

模式的流量率試驗

- 7、備用硼液控制系統（SBLC）可用性測試（每 3 個月）
- 8、爐心隔離冷卻系統（RCIC）電動閥可用性試驗
- 9、類比跳脫系統（ATS）有關反應器保護系統（RPS）及核能
蒸汽供給關斷系統（NSSSS）功能試驗

10、汽機起動功能試驗

核二廠 2 號機

- 1、備用柴油發電機運轉性能測試（Div. I、Div. II）
- 2、高壓爐心噴灑系統（HPCS）柴油發電機運轉性能測試
（Div. III）
- 3、手動急停功能測試
- 4、低壓注水系統（LPCI-B）額定流量試驗
- 5、備用硼液控制系統（SBLC）可用性測試（每個月）
- 6、爐心隔離冷卻系統（RCIC）額定流量測試
- 7、開關設備室緊急冷卻系統運轉能力試驗
- 8、主汽機超速之校正檢查
- 9、緊急冷凍水系統（EchW-B）功能測試

（二）視察發現：無顯著性之視察發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。

參、其他基礎視察

一、0A1 安全績效指標查證

(一) 視察範圍

本次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」及台電公司「核能電廠安全績效指標評鑑作業要點」

Rev. 3，針對核二廠安全績效指標評鑑報告中數據與原始紀錄之一致性，並觀察電廠建立績效指標數據的過程及計算資料進行查證。

本季查證內容涵蓋「肇始事件」、「救援系統」2 項基石，包括：

- 1、查證核二廠安全績效指標評鑑作業流程之完整性。
- 2、查證 98 年第 3 季至 99 年第 1 季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。

(二) 視察發現：無顯著性之視察發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。

肆、結論與建議

99 年第 2 季本會視察員就反應器安全基石，所執行核二廠核安管制紅綠燈視察，共執行 2 號機第 20 次大修(EOC-20)專案視察、惡劣天候防護、設備排列配置、水災防護、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、偵測試驗及安全績效指標確

認等 9 項。查證結果，專案視察請詳參本會「核二廠 2 號機第 20 次大修（EOC-20）視察報告」，專案視察及其他各項視察發現初步評估無安全顯著性，屬無安全顧慮之綠色燈號。對於查證所發現之缺失及建議事項，計已發出 1 件備忘錄，請電廠檢討改善，而本會亦將持續追蹤改善成效，確保核能安全。

伍、參考資料：

1. 「核子反應器設施管制法」第 14 條
2. 「核子反應器設施管制法施行細則」第 9、10 條
3. 本會「核能電廠核安管制紅綠燈視察指標判定作業程序」
4. 本會「核子設施違規事項及注意改進事項處理作業程序書」
5. 本會視察程序書 NRD-IP-111.01、111.04、111.06、111.11、
111.12、111.13、111.20、111.22 與 NRD-IP-151
6. 核二廠終期安全分析報告書（FSAR）、運轉規範及相關程序書
7. 美國聯邦法規 10 CFR 50.59

附件一

核能二廠 2 號機第 20 次大修定期視察計畫

一、視察人員：

領 隊：賴科長尚煜

第一組：葉培欽、陳琬英、張維文、廖家群、臧逸群、熊大綱。

第二組：王科長重德、秦清哲、孟祥明、賴良斌、許雅娟。

第三組：羅劉福、田國鎮、賴弘智、鍾沛宇。

二、視察時程：

99 年 3 月 22 日至 98 年 4 月 26 日（約 36 天）

視察前會議：99 年 3 月 18（星期四）上午十時

起動前會議：機組預訂起動前提出申請。

三、注意事項：

- 1.包商訓練及資格檢定應留存紀錄備查。
- 2.維修項目之負責工程師及包商名單應留存備查。
- 3.維修紀錄及品管、品保文件應於檢修完畢消卡十天內完成。
- 4.機組起動前需送原能會審查之報告，須於起動會議前一週送達原能會。
- 5.若電廠臨時變更作業時程，須於前一週通知原能會。
- 6.機組大修視察後及機組起動前會議召開時間，原則為預定機組計劃臨界之前三日，經營者得事先備齊相關資料提出召開會議之申請。
- 7.大修期間大修計畫或稽查計畫變更時，請及早陳送本會核備。

- 8.請品質課及核安處駐廠小組嚴格稽查包商施工狀況及大修作業品質。
- 9.請加強異物入侵經驗回饋及防範措施。
- 10.潛在危害作業（吊運、吊掛、動火等）及高壓電力維護作業等應注意加強工安防護措施。
- 11.大修期間應加強防範人為作業疏失及工安管理。
- 12.其他注意及辦理事項依視察前會議決議事項行之。
- 13.核研所支援本會執行大修視察之項目及人員名單另行通知。
- 14.本會大修定期視察承辦人：張維文(TEL：22322136、FAX：82317806)。
- 15.各分組視察項目及人員如下：

視察分組

第一組

項次	視 察 項 目	負 責 人	停留查證
1	燃料挪移填換作業	臧逸群	否
2	IST 泵類、閥類維修及測試	臧逸群	否
3	ECCS 系統維護及測試查證	葉培欽	是
4	大修作業管制查證	葉培欽	否
5	一次圍阻體局部洩漏率測試查證	廖家群	是
6	結構基準檢查（GA-0-9801-KS）	熊大綱	否

7	RPS A/B RPS M-G SET 維護測試	張維文	是
---	--------------------------	-----	---

第二組

項次	視 察 項 目	負 責 人	是否需停留查證
1	曝露管制	賴良斌	否
2	人員防護	許雅娟	否
3	放射性物質管制	孟祥明	否
4	廠區環境管制作業	秦清哲	否
5	輻射偵監儀器	秦清哲	是（註 1）
6	排放管制	賴良斌	否
7	合理抑低計畫	王重德	是（註 2）

註 1：大修期間校正之氣、液體排放流程偵測器（PRM），其校正時
為查核點。

註 2：五項主要 ALARA 工作項目列為查核點。

大修主要 ALARA 工作項目，包括：

- （一）乾井非破壞檢測。
- （二）乾井保溫材拆裝。
- （三）爐水淨化系統檢修。
- （四）控制棒驅動機構更換檢修。
- （五）再循環系統檢修

第三組

項次	視 察 項 目	負 責 人	停留查證
1	乾性廢棄物接收、分類管制及產量抑減	賴弘智	否
2	廢棄物處理及廠房之廠務管理	羅劉福	否
3	有機化學物攜入管制及 TOC 控管	羅劉福	否

4	廢液之洩水及洩油管制作業	鍾沛宇	否
5	廢棄物營運之核安品保稽核	田國鎮	否

附件二

核能電廠視察備忘錄

編號	KS-會核-99-03-0	日期	99 年 4 月 6 日
廠別	核二廠	相關單位	駐核二廠安全小組
事由：核二廠 2 號機 EOC-20 次大修，已陸續發生 2 件異物掉落爐內事件，請 貴公司將事件經過、處理結果及採取改善防範措施之完整報告，於臨界申請前送本會，並於機組起動前會議說明。 說明： 一、核二廠2號機EOC-20次大修期間，99年4月2日GHE公司人員執行控制棒葉片（CRB）檢查作業，發生水底電視鏡頭玻璃片破損掉落爐內，4月5日GHE公司人員執行IVVI作業，又發生動力沖洗器噴嘴分流鋼片掉落於Jet Pump #15之阻板事件。 二、由上述事件顯示對於包商執行大修作業時，未能對防止異物入侵有效管制及防範措施，為避免類似案件持續再發生，應落實防止異物入侵措施，並請將事件經過、處理結果及採取改善防範措施之完整報告，於臨界申請前送本會，並於機組起動前會議說明。			
承辦人：張維文		電話：2232-2136	