

核二廠核安管制紅綠燈視察報告 (97 年第 3 季)

行政院原子能委員會 核能管制處

中華民國 97 年 10 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	2
一、R01 惡劣天候防護	2
二、R04 設備排列配置	3
三、R05 火災防護	4
四、R06 水災防護	5
五、R11 運轉人員年度訓練暨測驗計畫	6
六、R12 維護有效性	7
七、R22 偵測試驗作業	12
參、結論與建議	14
肆、參考資料	15
 附件一 97 年核能電廠維護有效性專案視察計畫	16
附件二 本季發出之備忘錄案件	18

視 察 結 果 摘 要

本視察報告係於 97 年第 3 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 97 年 9 月 30 日至 10 月 3 日執行之維護有效性專案視察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。

此次專案視察工作，係依據本會核管處 95 年至 97 年三年視察計畫所排定，視察內容主要參考本會視察程序書、美國維護法規及核管會視察程序書與相關文件，針對核二廠參照美國維護法規所建制可提昇績效之維護方案，查證電廠施行維護法規之運作成效和維護作業可能造成的風險管理，及電廠在維護法規範圍內所設立的目標下，所監測結構、系統和組件的績效或狀態，是否可合理地確保結構、系統及組件能滿足所預定的功能。相關視察計畫詳參附件一。

本次維護有效性專案視察查證共有 29 項發現，其中屬缺失者有 21 項，初步評估尚未明顯影響系統安全功能，故判定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、火災防護、水災防護、年度訓練暨測驗計畫、維護有效性及偵測試驗等，並由 6 名駐廠視察員執行。火災防護查證結果有 2 件視察發現，初步判

定屬無安全顧慮之綠色燈號。其他項目均無安全顯著性發現，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

7 月 26 及 27 日因海水排水高溫而降載因應。

8 月 19 日 20:40 飼水泵汽機 B 台因電磁閥故障而自動跳脫，致使再循環泵之流量控制閥 (FCV) 自動部份關小，負載自 998MWe 降至 810MWe。23:27 再降載至 766MWe 進行檢修，8 月 20 日 03:23 檢修完成回升負載，並於 04:56 達滿載運轉。

9 月 28 日 13:55 強烈颱風薔蜜來襲，因風速達降載規定，機組負載自 1004 MWe 陸續降載至 110MWe，17:39 因主汽機軸承高振動而手動跳脫汽機，發電機解聯進行檢查測試，確認主汽機安全無虞後，於 29 日 00:02 發電機重新併聯升載，06:40 颱風威脅解除開始回升負載，於 30 日 05:30 達滿載運轉。

本季 1 號機除上述事件及例行性降載執行測試、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

7 月 3、13、26、27 日及 8 月 15 日因海水排水高溫而降載因應。

7 月 5 及 13 日因大量魚群湧入進水口而降載清理攔污柵。

9 月 28 日 13:55 強烈颱風薔蜜來襲，因風速達降載規定，機組負載自 955MWe 陸續降載至 110MWe，29 日 06:40 颱風威脅解除開始回升負載，於 15:28 達滿載運轉。

本季 2 號機除上述事件及例行性降載執行測試、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。

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、查閱 576.1 核二廠防颱作業程序書，其已建立防颱檢查表分配作業，並將颱風警報下之運轉內容，可能發生之狀況與因

應對策詳述於 576 程序書。

- 2、查閱近兩年防颱檢查表紀錄與颱風期間運轉紀錄均符合程序書要求。緊急柴油發電機、氣渦輪機之偵測試驗及海水泵室之例行巡視紀錄正常。

(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、1 號機緊急冷凍水系統在正常狀態下設備排列配置。
- 2、2 號機反應爐爐心隔離冷卻系統在備用狀態下設備排列配置。
- 3、2 號機低壓爐心噴灑系統在正常狀態下設備排列配置。

(二) 視察發現：發現程序書中部分閥位查對表之閥位或圖面有誤，惟尚不致造成操作之誤失。無顯著性之視察發現，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，以及系統可用性狀況查證，查核方式包括現場實地查證及文件核對。

本季查證內容涵蓋「救援系統」1 項基石，包括：

1、1 號機控制廠房查證。

2、2 號機反應爐廠房及輔助廠房查證。

3、氣渦輪機。

(二) 視察發現：

1、簡介

針對電廠防火系統可用性狀況及法規適用情形進行查證，

共有 2 件發現，初步判定無安全顯著性。

2、說明

97 年 7 月 31 日 15：53 氣渦輪機第 1 區二氧化碳發生誤動作事件。另國外電廠已對於美國聯想法規 10 CFR 50 附錄 R 火災防護豁免部分提出相關報告，故請核二廠針對國外同型電廠之報告內容進行比對，以確認符合法規之現況。

3、分析

本次氣渦輪機第一區 CO₂ 誤動作事件，雖未造成人員危害，但因其可能涉及現場工作人員之安全，已請該廠全面清查相關設備，查明肇因並改善之，惟本案並未對安全有關係統造成影響，因此無安全顯著性，判定屬無安全顧慮之綠色燈號。

國外電廠已對於美國聯辦法規 10 CFR 50 附錄 R 火災防護豁免部分提出相關報告，本案係請核二廠針對國外同型電廠之報告內容進行比對，以確認符合法規之現況，尚未發現有對安全有關係統影響之情形，因此無安全顯著性，判定屬無安全顧慮之綠色燈號。

4、處置

針對應改善之項目，已開立備忘錄，編號：KS-會核-97-08-0 及 KS-會核-97-09-0（參附件二），請電廠改進。

四、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、查證 1、2 號機輔機廠房 1~4 樓層，對於低壓爐心噴灑系統、高壓爐心噴灑系統、餘熱移除系統之泵室防水門，並以目視及以紙張插入測試其密封性。
- 2、查證 1、2 號機輔機廠房管路及電纜穿越廠房之部分，確認其填封處無劣化情形。

(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。

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、反應爐由冷爐啟動至加溫加壓及異常功能演練。
- 2、汽機數位電子液壓 (DEH) 控制系統及設計修改案-3739 取消自動電壓調整器 (AVR) 過電流保護裝置 Q02 訓練。

3、反應爐預期暫態未急停緊急操作程序演練。

4、燃料吊運作業經驗回饋訓練。

(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。

六、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」、NRD-IP-111.13「核能電廠維護風險評估及緊要工作控管」、美國維護法規 10CFR 50.65 及美國核管會視察程序書與 NUMARC 93-01 等文件，並參考核二廠程序書 173、173.1~173.8 等。

視察內容係針對電廠實行維護法規之運作成效和維護作業可能造成的風險管理，並參考相關報告，訂定維護法規視察項目。視察項目概分為「維護法規 (Maintenance Rule；MR) 組織架構、職責分工、訓練及維護法規審查小組 (Maintenance Rule Expert Panel；MREP) 運作情形」、「MR (a) (1) 類矯正措施及目標、監測 MR 結構、系統和組件 (Structure, System and Component；SSC) 性能準則及結構體監測巡視之建立及執行情形」、「MR 範圍篩選、SSC 安全重要度分類之建立情形」及「運轉風險評估及管理、日常作業排程及性能準則建立情形」等 4 部份。

本項視察範圍涵蓋「肇始事件」、「救援系統」、「屏障完整」等
3 項安全基石。

(二) 視察發現：

1、簡介

本項視察共有 29 項發現，其中缺失者有 21 項，初步評估尚未
明顯影響系統安全功能，故判定屬無安全顧慮之綠色燈號。

2、說明

(1) 電廠尚未達成台電公司 PRA 專業訓練需求檢討會決議事項

中所列：核技組人員均應具備 Level 1 資格，各廠應有 3 人

具有 Level 2 資格。另電廠應持續加強人員對 MR 之熟悉度。

(2) 尚未落實執行「核一、二、三廠維護法規會議」設 MR 專職

管理員 (Maintenance Rule Coordinator；MRC) 之決議事
項。

(3) 建議將程序書 173.1 中 MREP 出席人數改為半數以上成員出

席，以符實務。於會議前，請通知核安處駐廠小組和本會駐
廠人員。

(4) 部分經驗回饋表格及功能失效判定-檢視表，填寫不完整。

(5) 查證維護可預防的功能失效 (MPFF) 之判定結果，常以「其
他」欄位提出說明，且說明方式欠缺一致性之判定標準。

- (6) 判定功能失效/維護可預防的功能失效 (FF/MPFF) 項目中，屬於低安全重要 (運轉中) 類別之設備，其性能準則 (PC) 為廠級，當判定為 MPFF 故障，而不觸及廠級 PC，並不納入計算，出現即使設備故障頻繁，亦無法執行其性能評估之狀況。
- (7) 1 號機不斷電系統 (UPS 1YE Inverter) 電源切換造成下游負載瞬間失電並造成反應器半急停 (Reactor Half Scram) 2 次，經檢討發現有設計瑕疵，卻仍判定為非功能失效。另對於發現已判定為功能失效項目中，列入維修可預防之判定標準並不一致。
- (8) 控制電源保險絲熔斷造成 2 號機主變冷卻風扇跳脫，油溫上升致使機組降載至 500MWe，判定非屬 MPFF 之理由為運轉步驟所致，並不適當。
- (9) 程序書 173.4 BH-01、EH-07、PE-05 屬高安全重要，卻無廠級 PC。
- (10) 程序書 173.6 內容未完備之相關建議修訂。
- (11) 程序書 173.7 內容未完備之相關建議修訂。
- (12) MR 範圍篩選、SSC 安全重要度分類，MREP 會議尚未實際逐項討論範圍篩選及安全重要度判定檢討。

- (13) 程序書 173.2 規定「維護法規範圍篩選」範圍變更時，MRC 應於 30 日內召開 MREP 會議審查，惟部分項目超過期限。
- (14) MR 項目變更之修訂項目內容、功能失效、範圍篩選，發現無登錄變更及完成判定之時間，另建議將故障處理結果詳實登錄。
- (15) 程序書 173.2 「維護法規範圍篩選」、173.3 「決定維護法規範圍內 SSC 安全重要度」，訂有篩選表及審查表，但無書面紀錄。
- (16) MREP 會議討論新增篩選範圍，1 號機 SG-01 系統地震達強震標準時，使機組安全停機功能表記錄為 SR1 N、SR2 Y、SR3 N，惟網路資料為 SR1 Y、SR2 Y、SR3 Y。視察前會議簡報中「重要發電系統」涵蓋 QC 緊急照明系統，經查證尚未將此系統納入，且編號有誤。
- (17) 程序書 173.8 內容未完備之相關建議修訂。
- (18) 查證維護整體風險工具（MIRU）分析作業，經檢視 MIRU 程式風險分析結果，發現有多項不一致情形。
- (19) 目前 MIRU 程式風險分析提供瞬時風險值，再由分析人員考量系統組件之不可用時間，採人工計算該組態之瞬時風險增量，程式並未自動計算瞬時風險值；分析人員自行設定五

分鐘以內之不可用組態，不需執行風險分析及計算瞬時風險增量，建議電廠宜在相關程序書中明訂。

(20) 查證程序書 173.4，發現內容中未指出執行維護法規 SSC 性能準則審查表之說明。

(21) 查證 MR 資料庫 (MRDB) 之性能評估作業，發現各項目廠級準則次數資料與程序書 173.4 第 6.1.4 節所述有不一致，處。

3、分析

第 (1)、(2)、(3)、(4)、(5)、(8)、(10)、(11)、(13)、(14)、(15)、(16)、(17)、(19)、(20)、(21) 項均屬品質文件缺失或強化品質之建議，故初步判定不影響機組安全。

第 (6)、(7)、(9)、(12) 項屬強化維護品質作為之發現，故初步判定不影響機組安全。

第 (18) 項係為風險分析過程之瑕疵，採用本會評估工具執行風險顯著性評估，並考量風險結果，顯示均屬無安全顧慮之綠色燈號。

4、處置

綜合而言，本次針對核二廠維護有效性之視察結果，基本上電廠已參考美國維護法規及美國核能電廠經驗，建制一套可提昇

績效之維護方案，能夠依照既定的程序書執行操作，做好事前的規劃與風險管控，以期電廠結構、系統及組件維持應有功能。對於視察發現之 21 項缺失，尚待電廠補強和改善，惟均屬無安全顧慮之綠色燈號。針對可以立即改善之項目，已請電廠立即改善；另外仍待電廠後續改進或澄清之項目，則將另開立注意改進事項，請電廠進一步改進。

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，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、備用柴油發電機運轉性能測試 (Div. II)
- 3、高壓爐心噴灑系統 (HPCS) 柴油發電機運轉性能測試
(Div. III)
- 4、爐心隔離冷卻系統 (RCIC) 電動閥可用性試驗
- 5、高壓爐心噴灑系統 (HPCS) 電動閥可用性試驗
- 6、低壓注水系統 (LPCI) 額定流量試驗額定流量試驗
- 7、用過燃料池緊急補水泵和電動閥可用性測試
- 8、手動急停功能測試
- 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

核二廠 2 號機

- 1、備用柴油發電機運轉性能測試 (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、低壓注水系統 (LPCI) 額定流量試驗
- 4、餘熱移除系統 (RHR) 抑壓池冷卻模式及包封容器噴水模
式的流量試驗
- 5、爐心隔離冷卻系統 (RCIC) 電動閥可用性試驗
- 6、緊急冷凍水系統功能測試

7、自動洩壓系統（ADS）計時器之校正測試

8、急停洩放容器（SDV）逸氣閥與洩水閥可用性測試

核二廠共用設備

1、備用柴油發電機運轉性能測試（第 5 台）

（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

97 年第 3 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，共執行維護有效性專案視察、惡劣天候防護、設備排列配置、火災防護、水災防護、年度訓練暨測驗計畫及偵測試驗等 7 項。查證結果，維護有效性視察有 21 項缺失發現；其餘視察則有 2 項發現，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。對於查證所發現問題，已發 2 件備忘錄（編號：KS-會核-97-08-0、KS-會核-97-09-0），並將於近期函發 1 件注意改進事項，請電廠檢討改善，而本會亦將持續追蹤改善成效。

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、111.05AQ、111.06、
111.11、111.12、111.13 與 111.22
6. 核二廠終期安全分析報告書 (FSAR)、運轉規範及相關程序書
(173、173.1、173.2、173.3、173.4、173.5、173.6、173.7、
173.8 等)
7. 美國聯邦法規 10CFR 50.65 「Requirements for Monitoring the
Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants」
8. 美國核管會 NUMARC 93-01，「Industry Guideline for Monitoring
the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants」，
Rev. 3

97 年核能電廠維護有效性專案視察計畫

一、視察目的

1. 查證各該電廠維護法規作業有效性，以強化績效指標。其項目包括維護法規（MR）執行作業，工作案例，共同肇因議題及改善措施等。
2. 確認電廠在維護法規範圍內，適當提出結構、系統及組件（SSCs）效能或確認其狀態。

二、視察人員

（一）領隊：徐副處長明德（代理人：莊科長長富）

（二）副領隊：各視察廠科長

（三）成員：

原能會：趙國興、李建平、何恭旻、高 斌、臧逸群、
張維文、方 鈞、王惠民、郭獻棠、黃偉平

核能研究所：林家德、趙椿長、吳景輝、陳孟琪、陳冠甫、
邱伯榮

三、視察時間

核二廠：97 年 9 月 29 日至 10 月 3 日【因颱風修改為 9 月 30 日至 10 月 3 日】

核三廠：97 年 10 月 20 日至 24 日

核一廠：97 年 12 月 1 日至 5 日

四、視察項目

- ◎ MR 組織架構、職責分工、訓練及維護法規審查小組（MREP）運作情形。
- ◎ MR(a)(1)類矯正措施及目標、監測 MR SSC 性能準則及結構體監測巡視之建立及執行情形。
- ◎ MR 範圍篩選、SSC 安全重要度分類之建立情形。
- ◎ 運轉風險評估及管理、日常作業排程及性能準則建立情形。

註1:各視察項目均包括該項目程序書之建立情形及其周延性。

五、其他事項

(一)視察前會議核一、二廠為視察第一日上午10時，核三廠為視察第一日下午2時；視察後會議核一、二廠為視察最後一日下午2時，核三廠為視察最後一日上午10時。

(二)視察前會議時，請各核電廠針對維護法規執行現況進行簡報。

(三)請核一、二、三廠於視察前，備妥下列資料及設備：

1. 維護法規相關程序書。
2. 維護法規資料庫及三台筆記型電腦。
3. 維護法規審查小組（MREP）會議紀錄。
4. 新版終期安全分析報告、運轉規範。
5. PRA 分析報告。
6. 近5年重要運轉事件

(四)聯絡人及電話：黃偉平(02)2232-2114

電郵：wphuang@aec.gov.tw

附件二

核能電廠視察備忘錄

編號	KS-會核-97-08-0	日期	97 年 8 月 6 日
廠別	核二廠	相關單位	駐核二廠安全小組
事由：請 貴廠全面清查氣渦輪機第一區CO₂誤動作事件肇因並改善之。 說明： 97 年 7 月 31 日 15：53 貴廠氣渦輪機第一區 CO₂誤動作事件，由於 CO₂動作事涉現場工作人員之安全，請全面清查相關設備，查明肇因並改善之。			
承辦人：葉培欽		電話：(02)2232-2134	

附件二（續）

核能電廠視察備忘錄

編號	KS-會核-97-09-0	日期	97 年 9 月 4 日
廠別	核二廠	相關單位	駐核二廠安全小組
事由：請 貴廠針對國外同型電廠10 CFR50 APP.R火災防護豁免部分之報告內容與核二廠現況比較後陳報本會。 說明： 國外電廠已對於 10 CFR50 APP.R 火災防護豁免部分提出相關報告報告，請針對國外同型電廠之報告內容進行比對以確認核二廠目前符合法規之狀況。			
承辦人：臧逸群		電話：(02)2232-2137	