

NRD-NPP-98-09

核一廠核安管制紅綠燈視察報告
(98年第1季)

行政院原子能委員會 核能管制處

中華民國 98 年 5 月

目 錄

頁次

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	3
一、R04 設備配置查證	3
二、R05 火災防護查證	4
三、R07 熱沉效能查證	6
四、R11 運轉人員再訓練.....	7
五、R13 維護風險評估及緊急工作控管	7
六、R22 偵測試驗作業查證	8
七、R23 暫時性修改	9
參、其他基礎視察	10
一、OA1 安全績效指標查證	10
肆、結論與建議	13
參考資料	14
附件一 98 年度第 1 季核能一廠核安管制紅綠燈專案視察 計畫.....	15
附件二 本季發出之注意改進事項案件	17
附件三 本季發出之視察備忘錄案件.....	28

視察結果摘要

本視察報告係於 98 年第 1 季，由本會視察員就反應器安全基石視察及其他基礎視察，所執行核一廠核安管制紅綠燈視察之查證結果，其中包含 98 年 3 月 18 日至 3 月 24 日執行之熱沉效能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。

此次熱沉效能專案視察內容，主要針對電廠對本會 96 年熱沉視察所開立注意改進事項 AN-CS-96-009 之後續改善情形、RHR 及 CSCW 系統熱交換器熱傳效能驗證作業及後續措施、緊急柴油發電機冷卻水系統及安全有關寒水系統、緊要海水系統及其相關設備、最終熱沉廠房結構檢查紀錄及處理措施、以及巴拿馬籍貨輪擱淺案電廠處置措施等，進行相關視察作業，其視察計畫詳參附件一。

本次視察共有 20 項發現，其中熱傳效能驗證作業仍有若干問題需待電廠澄清，但初步評估視察發現未明顯影響電廠熱沉能力，故評估結果，屬無安全顧慮之綠色燈號。

駐廠期間視察包括設備配置查證、火災防護查證、運轉人員再訓練、維護風險評估及緊急工作控管、偵測試驗作業查證、暫時性修改及安全績效指標查證等項目。其中設備配置作業查證有 5 項發現，火災防護查證有 3 項發現，暫時性修改有 1 項發現，安全績效指標查證有 3 項發現，初步評估結果皆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
一號機	 綠燈	 綠燈	 綠燈
二號機	 綠燈	 綠燈	 綠燈

報告本文

壹、電廠本季運轉狀況簡述

一號機

機組於 01 月 05 日 08：52 因發電機查修及飼水控制器修改而停機解聯，於 01 月 07 日 19：00 恢復併聯；且 01 月 13 日檢修汽封冷凝器 1 號排風扇過載跳脫而降載，其餘期間除了例行性定期測試作小幅度之降載外，其餘時間均維持滿載穩定運轉。

二號機

機組於 01 月 20 日因檢修汽水分離器(LT-103-21B1XS)上游管閥洩漏而降載，其餘時間除了例行性定期測試作小幅度之降載外，均維持滿載穩定運轉。

貳、反應器安全基石視察

一、R04 設備配置查證

(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，針對核一廠風險度分析中風險貢獻度較高之 2 號機高壓注水系統（HPCI）及爐心隔離冷卻系統（RCIC）及 1 號機自動洩壓系統（ADS）之設備配置現況進行查核，內容涵蓋救援系統等 1 項基石。

本次視察係以現場查核方式進行，就運轉中可接近之系統閥門，實地至現場查核其閥類排列及掛牌狀況是否與相關 P&ID 圖面一致且

正確、管閥設備標示與系統是否有異常洩漏及廠務管理狀況等。

(二)視察發現：

1.簡介：

本視察項目查證結果 2 號機高壓注水系統有 1 項視察發現，爐心隔離冷卻系統有 4 項發現。

2.說明：

- (1) HPCI 泵出口溫度指示儀器 TI-E41-R002S 於現場之校正標籤載為 PI-141-R002S。
- (2) RCIC 之 FF015 及 FF059 無閥牌。
- (3) RCIC 之 FF003A/D 2 只閥牌掛在一起，已請值班人員再確認正確閥牌位置並歸位。
- (4) RCIC 之 FF003C 由儀器管路配置圖 (P&ID) 查得應接一壓力開關警報信號，但現場已以保溫材料封住，已請值班運轉員再確認是否閥牌掛錯。
- (5) RCIC 部分保溫材有脫落情形。

3.分析：

由於 HPCI 該儀器可辨識為該溫度儀器，故此僅為標示上之問題，而 RCIC 部分之視察發現，初步評估尚未影響系統功能，故評估結果屬無安全顯著性之綠色燈號。

4.處置：

有關此次視察發現，已通知電廠，電廠並已立即改善。

二、R05 火災防護查證

(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。查核重點為消防安全設備（包括消防水系統、消防栓、乾粉滅火器、二氧化碳滅火器、FM200 滅火器）是否符合規定、廠房易燃物品儲存管理、現場人員作業、因應及防範可能火災之準備措施以及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。

本季查證內容涵蓋肇始事件、救援系統及屏障完整等基石。查證二號機反應器廠房五樓燃料更換層（防火區編號：2U）、四樓一般區域（防火區編號：2R）、三樓一般區域（防火區編號：2P）、二樓一般區域（防火區編號：2M）及一樓一般區域（防火區編號：2G）聯合廠房 39.83” 4.16KV 開關設備室 I（防火區編號：2H）、4.16KV 開關設備室 II（防火區編號：2I）、緊急柴油機 B（防火區編號：2E）、緊急柴油機 A（防火區編號：2F）。

同時對程序書編號 105 人員與設備安全、107.1 消防班定期演習、107.4 核一廠與鄰近地區消防救災救護車支援及 107.6 消防班人員體技能訓練，審查(1)消防班定期演習之目的、範圍(2)不同程序書相互間關連性之介面處理及(3)消防班人員體技能訓練等。

(二)視察發現：

- 1.反應器廠房五樓一般區域（防火區編號：2U），廢料處理組清除之可燃性塑膠布未立即裝桶移除廠房。
- 2.反應器廠房四樓一般區域（防火區編號：2G），電梯後方防火門 RS-1 內有一只消防幹管洩水閥無閥牌。
- 3.反應器廠房二樓一般區域（防火區編號：2M），MCC-1A-4S 配

電盤後方保健物理組放置備用防護衣物，不符程序書 105.6.2.5 機組廠房輻射防護衣物需置於指定之防護衣物儲存櫃內，如有多餘之備用衣物應立即攜出嚴禁置放現場或儲存於配電盤後方，以免增加機組廠房之火災風險度及火災量之規定。

此 3 項發現經評估對其消防功能應無顯著影響，故評估結果屬無安全顯著性之綠色燈號。有關此次視察發現，已通知電廠相關組立即改善處理。

三、R07 熱沉效能查證

(一)視察範圍

98 年第 1 季核一廠核安管制紅綠燈之視察工作為熱沉效能專案視察，此項視察項目，係根據本會核管處 98 年至 100 年三年視察計畫所排定，於 98 年 3 月 18 日至 98 年 3 月 24 日執行。本季熱沉效能係執行兩年視察，視察內容主要參考本會視察程序書 IP111.07、美國核管會 GL 89-13、IP71111.07 及美國電力研究院 EPRI NP-7552 等文件，並參考 96 年度熱沉效能視察項目、電廠特性及電廠安全度評估 (PRA) 排序，挑選對風險貢獻顯著之安全有關係統，主要項目有電廠對本會 96 年熱沉視察所開立注意改進事項 AN-CS-96-009 之後續改善情形、RHR 及 CSCW 系統熱交換器熱傳效能驗證作業及後續措施、緊急柴油發電機冷卻水系統及安全有關寒水系統、緊要海水系統及其相關設備、最終熱沉廠房結構檢查紀錄及處理措施、以及巴拿馬籍貨輪擱淺案電廠處置措施等，進行相關視察作業。

(二)視察發現

熱沉效能專案視察查證共有 20 項發現，其中熱傳效能驗證作業仍有若干問題需待電廠澄清，但初步評估視察發現未明顯影響電廠熱沉能力，故評估結果，屬無安全顧慮之綠色燈號。詳見本會

NRD-NPP-98-12「98年第1季核一廠核安管制紅綠燈視察報告（熱沉效能查證）」。

四、R11 運轉人員再訓練

(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」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。

視察運轉人員年度在職訓練執行情形，以訓練教材及上課現場情形兩項重點進行視察。本季挑選查核課程有「緊急通報與應變處置及電話接聽技巧」、「全爐心退出與爐內挪移的大修排程」、「反應器再循環泵軸封故障及燃料破裂訓練」、「值班巡視記錄電腦化 PDA 使用操作」、「EOP 反應器控制及事故分類 TN-97-126」及「飼水系統異常及暫態訓練」等，本查證內容涵蓋肇始事件、救援系統及屏障完整等基石。

(二)視察發現：無安全顯著性之視察發現。

五、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，查證電廠是否於組態變動前確實執行風險評估、風險評估結果是否建立適當風險類別以及緊急工作期間是否採取行動，降低肇始事件之發生率。查證內容涵蓋肇始事件、救援系統及屏障完整等基石。本次視察重點為查核電廠風險評估之執行及電廠風險評估之適當性。查核電廠當班值班經理/值班主任是否有執行確

認突發性作業或新增進入排程的作業，並均已完成其對於現有運轉風險評估的影響；對設備故障延伸之突發維護或測試需求，若涉及運轉規範安全相關之重要設備不可用，或具發電風險/人員安全顯著/運轉員暫行措施之設備者，值班主任是否有依當時機組狀況，儘速安排矯正維護作業，以降低電廠運轉與人員之風險；查證 1 號機本次升載過程，電廠依「1 號機 RFM（射頻監視器）指示偏高因應方案」執行發電機信號分析，維護機組安全，順利達成滿載穩定運轉。

(二)視察發現：無安全顯著性之視察發現。

六、R22 偵測試驗作業查證

(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、救援系統及屏障完整等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：在 1 號機部分，查證程序書 606.4.6「高壓爐心注水泵快速起動試驗」、606.8.8「替代停機系統（ASP）RCIC/RHR 盤儀器檢查程序書」、608.1.4「抑壓槽通乾井真空破除器試驗」、609.1「手動起動及加載每部柴油發電機（起動空壓機及燃油傳送泵）」、609.1.2「第五台柴油發電機手動起動加載測試（起動空壓機及燃油傳送泵）」、611.4.1「聯合廠房冷卻水泵可用性和泵容量試驗」及 612.20.17「事故後偵測（PAM）儀器檢查程序書」等偵測試驗；在 2 號機部分，查證程序書 606.1.1「CS 泵可用性及流量試驗」、606.5.1

「爐心隔離冷卻泵可用性與流量試驗」、608.1.4「抑壓槽通乾井真空破除器試驗」、608.4.2「關閉主蒸汽管隔離閥」、609.1「手動起動及加載每部柴油發電機（起動空壓機及燃油傳送泵）」、609.9「69KV 及 345KV 廠外電源可用性驗證」等偵測試驗。

(二)視察發現：無安全顯著性之視察發現。

七、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，針對電廠暫時性修改後，針對原有系統之可用性、其安全功能未受影響之評估及圖面是否已適當標示等進行查證。

本季查證內容涵蓋救援系統及屏障完整等 2 項基石，對程序書 1102.03「設定點暫時變更及臨時性線路管路拆除／跨接工作管制程序書」及 1103.04「核能電廠備品或組件更新之技術作業管制程序書」進行查證，包含設定點暫時變更及臨時性線路管路拆除／跨接工作之事前評估作業、執行與復原以及備品或組件更新案之審查及判定與處理是否合乎要求。

(二)視察發現：

- 1.審閱電廠紀錄，發現電廠均依程序書 1102.03 規定預先提出「設備設定值暫時變更申請表」及「線路管路拆除／跨接申請表」。對於關於安全事項評估、涉及設計功能變更、復原後是否需作功能試驗、運轉技術規範規定項目均已審查。針對未結案者，品質組均依規定每月查證，並留有紀錄備查。惟逾期評估表 B 欄（超出三個月或大修再起動前，SORC 評估）中，SORC 委

員皆已蓋章，但 SORC 評估結果為空白，已請電廠品質組督請相關組改正。

本項共有 1 件發現，為文書或文件處理流程缺失，已請電廠自行改善，屬無安全顧慮之綠色燈號。

參、其他基礎視察

一、OA1 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. 2&3，針對核一廠 97 年 7 月至 12 月之安全績效指標評鑑報告正確性進行查證，包括所引用值班運轉日誌、請修單、偵測試驗紀錄等資料之故障紀錄、系統不可用時數有無遺漏，及指標值之計算方式是否符合 NEI 99-02 之規定，並訪談相關人員。

(二)視察發現：

1. 簡介：

本視察項目查證結果共 3 項視察發現，初步評估尚未影響系統功能，故評估結果屬無安全顯著性之綠色燈號。。

2. 說明：

- (1)經查電廠執行 MOV 運轉能力測試或系統流量測試前，需將現場 MCC 之 MOV 49 電驛旁通開關置於測試位置，目前電廠並未明確將之視為不可用，核二廠則於 TRM 將此視為不

可用，核三廠 TRM 則要求 8 小時內將其恢復旁通及 30 天內宣佈所屬 MOV 不可用。針對 MCC 之 MOV 49 電驛旁通開關置於測試位置時是否須宣布 MOV 不可用，各廠規定不一致。依台電陳報之核能電廠安全績效指標作業要點(依據 NEI 99-02 REV. 3)對計劃性不可用時數，若其為簡單且不須經由判斷及檢修即可恢復其安全功能者，可不予採計，但須將恢復步驟納入該程序書中，且現場運轉員必須在測試期間全程於適當位置，並與控制室維持良好通訊。而目前電廠 HPCI/RCIC 之 MOV 測試程序書內僅針對閥門部份載明自動啟動信號時，經系統恢復可用，但針對 MCC 之 MOV 49 電驛旁通開關則無對應恢復步驟要求，亦未對此類測試造成系統不可用時數列入績效指標統計。此部分需就 MCC 之 MOV 49 電驛旁通開關置於測試位置時是否須視為不可用部分在進一步討論後，再決定其採計方式是否適切。

- (2) 報告所載一號機 HPCI 於 97/12/13 17:00~97/12/14 04:55 因為於期限內完成測試而不可用，當時反應爐壓力於 12/13 05:00 達 150 psig，而當時 RCIC/HPCI 汽機與泵皆在 UNCOUPLE 狀態，亦即其並無法提供安全功能，RCIC/HPCI 分別於 97/12/13 14:36 及 97/12/14 04:55 完成可用性測試。電廠係將運轉規範所述於達 150 psig 12 小時內完成測試之 12 小時，視為於達 150 psig 12 小時後，RCIC/HPCI 方需可用，故僅採計 HPCI 於 97/12/13 17:00 後之時間。依規範 LCO 3.0.1 之內容，明述須就 APPLICABILITY 所載之運轉模式

或特別狀況符合其 LCO，故本項需可用之時間起算點應為其 LCO 之適用時機，即達 150 psig 時；再者，SR 3.0.1 內容要求應符合適用時機之 SR，除非 SR 中有特別規定，則可依特別規定辦理，此段並無說明可將 SR 特別時限作為延伸 LCO 適用時機之用。故當進入 LCO 之適用時機時，若發現系統已實際不可用，SR 內所述之放寬時間應不能視為 LCO 適用時機之延伸，應即自發現(或可確定)不可用之時間起算；若如電廠所述，亦應將該放寬時間明訂於適用時機中。惟由於討論中電廠人員仍有不同看法，擬再進一步多方討論後確認之。

- (3)經訪談運轉組人員，對系統不可用之統計數據來源為 HPCI/RCIC/RHR/EDG 之不可用紀錄，惟依作業要點內容，因支援系統不可用所造成之不可用時數亦應列入，由於目前技術規範對於支援系統不可用時僅要求進入本身之 LCO，不需宣布被支援系統不可用，故如 CSCW 不可用，未能供應 EDG 之冷卻水的狀況，亦須記錄其時間，此部份雖然查閱 97 年第 4 季檢修紀錄，並無此類情形，惟為確保數據之完整性，建議電廠檢討增列會造成績效指標相關之被支援系統不可用數據乙項之必要性。

3. 分析：

- (1)第 1 項所述此類測試造成不可用之時數不多，即使將之列入目前之績效統計結果，仍遠低於白燈之門檻值，故不影響燈號。

(2) 第 2 項所述在不可用時間採計上之問題，因即使將該 12 小時列入 HPCI，另將 RCIC 之 9 小時增列，其安全指標值仍遠低於白燈之門檻值，故不影響燈號。

(3) 第 3 項所述為統計數據來源作業上之精進，不影響所查之數據及燈號結果。

4. 處置：

(1) 第 1、2 項對 MCC 之 MOV 49 電驛旁通開關置於測試位置時是否須視為不可用及運轉技術規範對達 150 psig 後 12 小時之認定問題，將再進一步討論後再議。

(2) 第 3 項將併同前兩項研議結果請電廠一併檢討。

初步評估尚未影響系統功能，故評估結果屬無安全顯著性之綠色燈號。

肆、結論與建議

98 年第 1 季本會視察員就反應器安全基石及其他基礎視察，所執行核一廠核安管制紅綠燈視察，共執行設備配置查證、火災防護查證、運轉人員再訓練、維護風險評估及緊急工作控管、偵測試驗作業查證、暫時性修改及安全績效指標視察等 7 項，查證結果共有 12 項發現，而熱沉效能查證專案視察有 20 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。對於查證所發現之較小缺失及較急迫性的問題，皆先以口頭方式請電廠相關組儘速改善，另本季已發 2 件注意改進事項以及 3 件備忘錄，請電廠檢討改善，本會視察員亦將持續追蹤改善成效。

參考資料

- 一、本會「核能電廠核安管制紅綠燈視察指標判定作業程序」
- 二、本會視察程序書 NRD-IP-111.04、111.05AQ、111.11、111.13、111.22、111.23、151 及 152
- 三、台電公司「核能電廠安全績效指標評鑑作業要點」Rev. 2&3

98 年第 1 季核一廠核安管制紅綠燈專案視察計畫

一、視察人員：

- (一) 領隊：張欣科長
- (二) 視察人員：姜文騰、何恭旻、顏志勳、劉允平、陳永泰

二、視察時程：

- (一) 視察時間：98 年 3 月 18 日至 24 日
- (二) 視察前會議：98 年 3 月 18 日（星期三）上午 10 時正
- (三) 視察後會議：98 年 3 月 24 日（星期二）下午 2 時正

三、視察項目：

熱沉能力（Heat Sink Performance）查証。

四、其他事項

- (一) 請電廠於視察前會議針對下列議題提出簡報：
 - 1. 注意改進事項 AN-CS-96-009 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及後續措施說明。
 - 3. 緊急柴油發電機冷卻水系統及安全有關寒水系統維護／測試作業、設備異常狀況（96 年迄今）說明。
 - 4. 最終熱沉及其組件現況說明。
 - 5. 巴拿馬籍貨輪擱淺案電廠處置措施。
- (二) 請核一廠先行準備視察所需之相關文件：
 - 1. 注意改進事項 AN-CS-96-009 處理說明相關文件。
 - 2. RHR 及 CSCW 系統熱交換器熱傳效能驗證作業之紀錄。
 - 3. ESW／CSCW／緊急柴油發電機冷卻水系統／安全有關

寒水系統之維護／測試相關作業程序書、自 96 年迄今之維護／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。

4. 最終熱沉廠房結構檢查紀錄及處理措施等相關文件(96 年迄今)。

(三) 惠請核一廠指派專人負責本次視察期間之相關聯繫事宜。

(四) 聯絡人及電話：陳永泰，(02)2232-2164。

核能電廠注意改進事項

編號	AN-CS-98-001	日期	98年2月3日
廠別	核一廠	承辦人	何恭旻 22322162

注改事項：請針對 97 年 12 月 31 日核一廠 1 號機 HPCI 系統測試時設備動作異常之處理過程與相關問題，進一步檢討改善。

內 容：

核一廠 1 號機 HPCI 系統於 97 年 12 月 31 日上午執行程序書 606.4.5 HPCI 常溫快速起動測試時，發生蒸汽閥 F001 無法開啟之事件。經本會調查電廠之事件處理過程與相關現象後，發現仍有下列若干問題，請再檢討改進與澄清：

- 一、本次事件之肇因仍未明，雖然目前測試結果顯示閥門開啟功能正常，但電廠仍應確實再追查肇因，以澄清是否有潛在之問題。亦應儘速釐清是否有 Pressure Locking 問題，並澄清是否已參考 GL 89-10 Supplement 6 之 Enclosure 1 評估目前驅動機構推力是否足夠克服 Pressure Locking 效應及參照 GL 95-07 採取適當措施。
- 二、在肇因未查明前，請審慎考量縮短 F001 閥熱機狀態下開啟測試之頻次，並持續監視閥門測試結果，包括電流及閥門開啟行程時間之趨勢。
- 三、在肇因追查作業部份，電廠在初次系統討論會議之紀錄過於簡略，只提及新品較為緊澀乙項，未能涵蓋討論內容重點，請檢討改進紀錄內容之完整性；且該新品於安裝後已進行多次操作測試，其較為緊澀之說法是否合理，亦有待商榷。
- 四、本次在閥門無法開啟之原因未明，疑慮未除前，僅以無壓力狀態下之開關測試作為恢復可用性之依據，其宣佈恢復可用之條件與時機並不適切。電廠應就此案例檢討，作為未來類似狀況之處理參考。

(續次頁)

核能電廠注意改進事項(續頁)

- 五、請澄清本次大修進行 F001 閥體更換後是否應執行推力驗證。
- 六、事件發生當時，F001 閥門馬達有冒煙現象且 locked rotor 之時間似長達 1 分鐘以上，請進一步澄清是否對馬達之性能(如推力)造成影響。
- 七、電廠先前已將 F001 閥門操作器之剎車裝置隔離，惟此作業未經正常變更/拆除程序審查，且其隔離方式可能有潛在失效之疑慮。請檢討改進該作業之疏失，並評估目前隔離方式之適切性後採取適當之措施。同時，亦請平行展開清查兩部機其他具剎車裝置之電動閥操作器是否有相同問題。

參考資料：

1. 電廠 98 年 1 月 5 日系統討論會議記錄。
2. 機組值班主任日誌。
3. 美國核管會通函 GL 89-10 & 95-07。

核能電廠注意改進事項

編 號	AN-CS-98-002	日 期	98 年 2 月 18 日
廠 別	核一廠	承辦人	趙國興 2232-2165

事 由：

本會 97 年 12 月 1 日至 12 月 5 日執行 97 年第 4 季核一廠核安管制紅綠燈維護有效性視察工作，主要針對維護法規（Maintenance Rule, MR）所建制可提昇績效之維護方案，查證核一廠實行維護法規運作之有效性、相關範圍篩選之完整性、維護法規內所監測結構、系統和組件績效評估與處置之落實性，以及日常維護作業可能造成風險增加的評估管理作業是否確實等。專案視察之後續待澄清及改善事項如本注意改進事項所載。

內 容：

本次專案視察要求電廠改進之項目，綜合如下：

(一)有關 MR 組織架構、職責分工、訓練及維護法規審查小組(MREP)運作情形之注意改進及建議事項如下：

- 1.程序書 173 已對 MR 組織相關人員之權責分工情形做了詳細區分，且對 MR 組織架構及職責分工情形也已詳盡描述，但三座電廠成員層級仍有所不同。
- 2.程序書 173.1 第 6.1.3 節決定出席人數規定為含主席至少應有 5 名成員，建議將出席人數之規定改為至少有半數以上成員出席。
- 3.依據本會與台電公司於 96 年 12 月 13 日所召開之核一、二、三廠維護法規會議紀錄結論事項，已請台電公司慎重考慮設 MR 專職管理員(MRC)，以收 MR 執行成效。另考量核一廠後續若提出運轉執照更新，維護法規施行之成效，將為動件設備可不納入審核之重要基礎之一，因此對於核一廠目前為由品質組人員兼任 MRC、MREP 成員及 MR 組織架構與人力等，請總處與國外經驗進行比較並說明差異性，若有窒礙難行之處，亦應提出替代措施，以確實發揮 MR 應有之功能。

核能電廠注意改進事項(續頁)

- 4.建議爾後電廠召開 MREP 會議時，通知電廠 QA 小組及原能會駐廠人員列席，以使本會及 QA 人員更能瞭解 MREP 開會審查情形。
- 5.訪談核技組經理及 PRA 工程師，目前具有 Level 1 資格者有 7 人，但根據台電公司 97 年 5 月 13 日『PRA 專業訓練需求檢討』會議紀錄決議事項，為核技組人員皆應具備 Level 1 資格，目前為止尚需接受 Level 1 訓練者有 5 人，建議電廠多安排 Level 1 訓練課程，加強核技組及運轉值班人員具備資格。另外，核一廠具有 Level 2 資格人數有 4 人，雖符合該會議紀錄之決議，但實際參與人數與資格仍有疑慮。至於 PRA 專業資格之認定，目前係由核技組經理負責，請總處建立資格認證制度，並確實瞭解真正執行計算與審核之人力與資格是否符合需求。
- 6.查證 MREP 開會時間，95 年共 5 次，96 年 4 次，97 年目前為止共 3 次，除 97 年開會次數尚缺一次外，均已符合程序書 173.1 所規定，每季應至少集會一次要求。至於 MREP 會議審查機制，發現 97 年 MREP 會議所審查之 4 項有關高安全重要度系統設備組件功能失效案件，其中有 2 件系統工程師判定為維護可預防功能失效(MPFF)(OA2-970117&OE2-970246)，但 MREP 會議卻更審為非 MPFF，經查 OA2-970117 後來又判為 MPFF。另外，依據程序書 173.6 第 6.8.4 被認定為非 MPFF 之案件應由 MREP 再審查，然 MREP 會議中未記錄該事項，MREP 之運作請檢討改善。
- 7.查證一號機進入(a)(1)之書面報告審核表(報告編號 MR -a1-95-01)，發現第六項業界經驗回饋項目中，蒐集 INPO、WANO 及友廠等資訊，有七項勾選結果為 YES，但並未將所蒐集之結果摘述於報告中，建議電廠改進列入蒐集業界經驗回饋之結果。
- 8.查證功能失效判定-檢視表，發現功能失效評估欄第 I 項與核二廠之表格有所不同，核一廠缺項目“是否必要由 INPO 網站之「設備性能與資訊交流」(EPIX) 資料搜尋相關功能失效資訊，並註記在維護法規資料庫內”。請貴廠再考量是否有增加該項目之必要，使能參考業界經驗回饋，增進國際

核能電廠注意改進事項(續頁)

接軌。

9.查證電廠 MR 訓練情形，除 96 年曾由核研所進行電腦資料庫管理系統 (MRDB)及日常維護作業排程(MIRU)操作訓練，至於 97 年目前為止，並未針對作業人員及運轉人員進行在職訓練課程，為增進以上人員對 MR 作業之熟悉度，建議電廠多安排有關 MR 方面之訓練課程。另外建議總處於近幾年之年度維護研討會中增加有關 MR 方面之研討議題，提供國內三個核電廠交流平台。

(二)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之注意改進及建議事項如下：

1.查證請修單部分之作業流程，經電廠提出說明及人員訪談，發現該作業方式為將請修單之設備編號比對 MR 資料庫各功能之關聯組件相關圖面，若屬圖面範圍內設備則進入 MR 進行評估，其完整性可接受。NCD 部分之作業流程，經訪談查證，核一廠每張 NCD，除結構物外均有配置一張請修單，然程序書 173.6 內容中並未說明，請檢討改善。上述作法與核二、三廠不盡相同。

2.經查證 96 及 97 年 MR 之 FF / MPFF/ RMPFF 判定內容，發現核一廠第一關判定為 FF 共 22 件，進入第二關之 MPFF 判定程序，屬 MPFF 共 14 件，其中 8 件判為非 MPFF。發現如下：

a.判為非 MPFF 之 8 件案件(包括 5 張檢修單 OF1-970406、OE1-970405、OE2-970284、OE2-970246、OB2-970137)，其中 OB2-970137 (造成兩項功能失效)、OE2-970284 等 3 件，被認定為非 MPFF 之案件，卻未經 MREP 之審查，不符合程序書 173.6 之要求。

b.檢修單 OE2-970284 內容敘述「伺服器 Stuck，導致 CV-115-4S 全開，造成汽機及反應器跳脫」，但因判定為非 MPFF 之案件，而不納入計數，其判定為非 MPFF 之理由不夠明確，已造成跳機卻不納入計數，不盡合理。

c.檢修單 OE2-970246 內容敘述「控制棒 HCU-C12-30-39S 急停後棒位停

核能電廠注意改進事項(續頁)

- 妥在 02 位置(正常在 00 位置)，其係於 EOC-21 大修時置入反應器，已正常運轉一個燃料週期，此異常現象應為運轉所致，不屬於 MPFF」，其判定為非 MPFF 之理由不恰當。
3. 於 MR 資料庫中，發現部分案件（請修單編號為 OD1-970537、OB2-970595、OB2-970523），MRC 有提出審查意見請承辦工程師重判，但 MRDB 中承辦工程師並未留下處理紀錄。而編號 OB2-970523 案，承辦工程師已重判 E11-09 PCIV 項目功能失效，但對於 E11-01、E11-02、E11-04、E11-05 未重判且未有註記說明，其處理流程不完整。
 4. 自 MR 實施以來，核一廠進入(a)(1)監管案件只有 1 件(RCIC 01-Core Cooling)，事實上進入(a)(1)設備之件數較多，並非代表維護績效不彰，反而是彰顯電廠在積極找出解決設備問題之企圖心。本件進入(a)(1)監管案件，經查證其目標設定、監測計劃或矯正措施，均無參考業界之經驗。本件進入(a)(1)監管案件，其監測計劃中之週期為 3 個月，經查證核一廠並未定期執行監測計劃，不符合程序書 173.5 之要求。
 5. 程序書 173.6 第 6.8 節可靠度與狀況監測之輸入資訊來源，建議增列「其他足以造成性能要求遭受挑戰者」，而不僅限於 NCD 或請修單。另該節可靠度與狀況監測程序及說明之流程圖過於粗略，請檢討改善。
 6. 程序書 173.6 附件一有關 RMPFF 之認定，原僅限於 36 個月內再發生之 MPFF，建議增列一項不規範時間限制之認定，可由實際狀況考量是否列入 RMPFF。
 7. 程序書 173.6 附件二「功能失效確立查核表」，非功能失效判定部分，建議參考 Wolf Creek 作法，增列「Justification」欄自「其他」選項中獨立出來，可使記載更清楚明確。
 8. 依據程序書 173.6 步驟 6.8.3 之要求，非 MPFF 仍須納入計數，而 MRDB 之「功能失效判定」項目中說明若屬非 MPFF 則不須納入計數，兩者有不一致情況，請澄清。
 9. 程序書 173.7 第 3.0 節根據文件/參考資料，建議增訂如下：(1) 10CFR50.55a Codes and Standards (2) 台電公司-最新版業務公報-非破壞檢測人員資格與檢定辦法等。

核能電廠注意改進事項(續頁)

- 10.程序書 173.7 第 4.8 節「無法接近的區域」內容不夠詳盡，建議：a.增訂使用之光學檢查設備及結構當維修或架設鷹架後，變為「可接近的區域」時要檢測要求。b.若多年均無法檢查，建議參考 10CFR50.55a 之混凝土檢查與圍阻體金屬和襯板檢查等要求。
- 11.程序書 173.7 第 4.8.1.1 節，宜增訂結構或結構組件，位於水下的部份之定義及範圍；第 4.8.1.2 節，宜增訂高輻射區之定義及範圍。
- 12.程序書 173.7 第 5.1.2 節負責結構檢查之人員，建議訂立更週詳之訓練、再訓練、視力體檢等要求；第 5.2 節建議增列各相關設備維護組人員之專業資格、經驗、訓練、再訓練、視力體檢等要求。
- 13.請澄清核一廠依程序書 173.7 完成之基準檢查 E 類劣化是否均不涉及 MR a(1)；另請補充說明國外電廠結構檢查列於 E 類之相關經驗與判定標準。

(三)MR 範圍篩選及 SSC 安全重要度分類執行情形及執行人員資格之注意改進及建議事項如下：

- 1.依據程序書 173.2 「維護法規範圍篩選」分為安全相關三項與非安全相關四項，查 480P-02 將安全相關與非安全相關全部勾選，G33-05、111-02、E11-05、120V-02 也同時勾選安全相關與非安全相關，請檢討修正。
- 2.目前程序書 173.2 僅列出維護法規需變更範圍之情況(如 DCR、EOP 修訂、PRA 模式變更)，但未建立對於相關作業如何進入程序書 173.2 之機制(例：增設 ST-BS 設計修改案)，宜再檢討建立機制。
- 3.目前程序書 173.2 雖有列出範圍篩選之原則與篩選要點，惟為有助於篩選作業執行之完整性，建議於程序書 173.2 增列對範圍篩選有具體案例之相關參考文件。
- 4.程序書內容有下列發現，請再澄清及修訂
 - a. PAGE 8 之 6.5 第 2 段所述「本身為非安全相關 SSC，但具有安全相關部分功能，一般不列入維護法規範圍內」之基礎為何？
 - b. PAGE 10 之 6.5.2.3 所述「電廠並未經歷過之假想失效，不需列入考慮」之基礎為何？
- 5.部分未列入 MR 範圍之功能須再檢討(如下表)，宜就類似電廠(如核二廠)相同功能篩選結果進一步比較。

核能電廠注意改進事項(續頁)

需再檢討未列入 MR 之功能/系統		
功能編號	內 容	說 明
106-02	condensate transfer系統	核二廠已列入，請檢討是否應列入。
106-03	除礦水系統及自動補水裝置	提供CSCW/TBCW SURGE TANK之自動補水水源及控制，其失效是否將造成CSCW/TBCW失效而間接影響安全系統功能及機組暫態，宜再說明（核二廠已列入）；另DST為EOP之替代注硼系統。
116	燃料池冷卻系統	核二廠已列入，請檢討是否應列入。
117-02	CWP SEAL WATER	提供 CWP 之潤滑水，若失效將造成 CWP 同時跳脫，有可能間接造成機組暫態或跳脫，請再檢討是否需列入。
140-01	WC-6(電池室冷卻系統)	是否具安全功能，若是，則應檢討列入。
254-01	氣渦輪機	PRA 有考慮 GT 功能，核二廠已列入，請檢討是否應列入。
E11-03	RHR 之反應爐洩水系統	其是否為反應爐爐水流徑，並檢討是否應列入。
313-02	反應器廠房 100 美噸吊車	請檢討是否比照燃料吊車列入。
113 141-02 E11-11	消防系統(含滅火及偵測系統)	NUMARC 93-01 R3 說明應視其影響及重要度，如 EOP 中是否採計其功能來評定（核二廠已列入），同時核一廠火災在整體安全度之比例約 44%，應考慮是否列入。
256	通訊系統	宜參照美國核管會法規指引 RG 1.160 管制立場 1.1.2 說明，考慮是否需將通訊系統列入。

6.功能編號 107-02/03：所述 interruptible 與 non-interruptible instrument air system 分指 instrument air system 及 service air system，其對應系統似有誤，

核能電廠注意改進事項(續頁)

且後者應非屬 instrument air system，請澄清後修訂。

7.MR 範圍篩選制度運作上之議題

- a.電廠應明訂 MR 小組成員之資格與訓練要求，以維持未來運作之品質與能力。
- b.在應用上應視所發現之組件功能來判定是否屬 MR 範圍，不以 MRDB 內所列之功能項目或系統為限，並隨時更新資料庫，以使更為完整。
- c.目前電廠進行功能關聯組件(AP-913)建置中，將有助於增進篩選及重要度分析結果之適切性。

(四)運轉風險評估及管理、日常作業排程及性能準則建立情形之注意改進及建議事項如下：

- 1.MR 實施計畫中並未說明分析所依據的 PRA 模式版本、同行審查結果與風險告知應用範圍。
- 2.核一廠功率運轉期間，廠內事件之 CDF 僅佔整體風險的 23%，地震風險為 31%，火災風險為 44%，請考量將防震相關與防火相關系統納入維護法規實施範圍。另評估排程風險時，建議適時考量納入火災及地震所造成的風險效應。
- 3.MIRU 作業系統係引用核一廠 PRA 應用模式，進行 PRA 模式快速量化，程序書 173.8 應增訂 PRA 應用模式之驗證程序。
- 4.PRA 模式會因設計變更進行更新，或依據最新運轉數據定期更新，程序書 173.8 應規範 PRA 模式變更後所需因應的相關措施。
- 5.表訂進行作業或維護的設備，有可能會影響系統失效類之肇始事件發生頻率(如喪失 CSCW、喪失 125V DC 1 號匯流排或喪失廠外電源等等)，建議進行風險評估時，考量相關肇始事件發生頻率之變動狀況，以使分析結果符合屆時電廠組態的風險狀況。
- 6.負責風險分析之 PRA 工程師，對風險評估分析流程相當熟悉，惟對核一廠個廠 PRA 模式之分析假設、成功準則等技術要項，仍需進行深入了解，以使風險分析結果能符合電廠實際組態。

核能電廠注意改進事項(續頁)

- 7.程序書 173.4 性能判定準則中第 6.1.8 節、6.1.11.3 節、6.1.12.3 節，由維護主辦工程師負責考量 SSC 是否於 PRA 模式中模擬，建議加入熟悉 PRA 模式的 PRA 工程師共同參與確認。
- 8.針對程序書 173.8，進行風險評估時，必須由分析人員判別受影響的 PRA 基本事件名稱，建議應要求執行風險評估人員需受過 PRA 之相關訓練並具有核一廠 PRA 模式之分析經驗。
- 9.針對程序書 173.8，不同維護作業所引發風險的主要來源不盡相同，為建立符合個案的有效補償措施，建議參考個案導致爐心受損或大量輻射外釋事故序列之最小失效組合與重要度分析結果，以尋求降低風險最有效益的相關補償措施。
- 10.針對程序書 173.8 附件一未說明有關 ICDP 及 ILERP 之計算方式，相關的計算過程建議列入運轉風險評估報告存查。
- 11.針對程序書 173.8 附件三之核一廠風險矩陣中，用來區分風險狀態顏色代碼的倍數(3 倍及 10 倍)係源自於 MR 參考廠所使用之數據，建議考量上述所引用參數是否適用核一廠之機組設計與運轉現況。
- 12.針對程序書 173.8 附件三之核一廠風險矩陣，應註明係由年平均模式計算而得或由零維修組態風險計算而得。
- 13.針對程序書 173.8 附件三之核一廠風險矩陣，現有 DG-A 及 DG-B 同時停用之顏色代碼為綠色，建議參考運轉規範對於 DG-A 及 DG-B 同時停用之要求，修訂為代表運轉規範限制進入的紅色。
- 14.針對程序書 173.8 中，機動支援班經理/主任之權責區分第二項為“確認風險重要作業...應變計劃均已參考附件二處理完成”，然而附件二僅為範例，並不包含附件四所提之個案風險重要作業之應變計劃，請檢討改進。
- 15.查閱風險分析歷史資料中，有與核二、三廠 MR 視察所提出之類似缺失(如資料內容不一致)，請參考改進。
- 16.由風險矩陣功能所計算的 CDF 與程序書 173.8 附件三風險矩陣所表列的 CDF 不相符。

核能電廠注意改進事項(續頁)

17. 風險矩陣功能之顯示，未註明顏色代碼(黑、紅、黃、綠)區分方式及所代表的實際意義，且其顏色代碼與 173.8 附件三風險矩陣顏色代碼(紅、黃、白、綠)不同，請改進。
18. 進行風險評估時，建議由 MIRU 提供維護程序書或系統失效與 PRA 基本事件名稱之對照表，同時亦建議提供簡易 PRA 基本事件搜尋功能，使分析人員得以確認合適的 PRA 基本事件。
19. 進行風險評估時，建議由 MIRU 於排程表單中，提供維護程序書與請修單之連結，以使風險分析人員可以確認作業之實際內容。

參考資料：97 年第 4 季核一廠核安管制紅綠燈視察報告 NRD-NPP-97-27

核能電廠視察備忘錄

編號	CS-會核-98-01-0	日期	98年1月12日
廠別	核一廠	相關單位	駐核一廠安全小組
<p>事由：請針對核一廠電動操作閥（MOV）驅動器（Actuator）之鎂合金馬達轉子維護作業，提出檢討改善報告。</p> <p>說明：依NRC IN 2006-26及IN 2008-20所述，近年來（2005年至2007年）已有多起因鎂合金馬達轉子故障而造成MOV不可用之案例發生，NRC IN 2006-26並列舉相關文獻所提出之預防維護方法，包括內視鏡檢查（borescope inspection）、電極化指數檢查（electrical Polarization Index inspection）、電動機電流訊號分析法MCSA（Motor Current Signature Analysis）及熱過載設定點（thermal overload setpoints）與運轉時間限制（duty cycle limitations）之檢討。為避免核一廠發生類似案例，請參考相關文獻所提出之預防維護方法，就核一廠鎂合金馬達轉子，再行檢視目前維護作業之適當性。</p>			
承辦人：顏志勳		電話：02-2232-2168	

核能電廠視察備忘錄

編 號	CS-會核-98-2-0	日 期	98 年 2 月 23 日
廠 別	核能一廠	相關單位	駐核一廠安全小組
<p>事 由：請澄清1號機飼水流量量測值之問題。</p> <p>說 明：依核能一廠1號機於今年2月commissioning test結果，飼水超音波流量儀器（UFM）及文式(Venturi)管流量儀器所量測之飼水流量數值相較，A迴路為UFM較Venturi者為高，B迴路為UFM較Venturi者為低，亦即A、B迴路之趨勢不一，且此與2號機兩迴路皆為UFM較高之結果不同，請說明上述現象的可能原因。</p>			
承辦人：何恭旻		電話：02-22322162	

核能電廠視察備忘錄

編 號	CS-會核-98-03-0	日 期	98年2月23日
廠 別	核一廠	相關單位	駐核一廠安全小組
<p>事 由：程序書OPER-24「指示卡(黃卡)定期核對與評估」之填報資料方式易造成審核困擾，提出檢討改善。</p> <p>說 明：</p> <p>本會駐廠視察員書面查核98年2月3日三值一號機執行程序書OPER-24「指示卡(黃卡)定期核對與評估」之結果，針對附表一「指示卡(黃卡)核對評估表」之填報資料，發現缺失如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 懸掛日期超過二個月者應予評估核對之指示卡共3件，但評估表中以區域為分類，填報有4處，故至少應為4件，多了1件指示卡之問題，經再行查證原執行人員，確認為誤增勾選1處，應為3件，並予修正。 2. 評估表中以各廠房區域為分類，勾選後僅反應掛卡之所在位置，無法掌握指示卡之實際數量，容易造成錯誤時無法查對，增加審核難度。請電廠檢討改善，使執行上能更具合理性。 			
承辦人：顏志勳		電話：02-2232-2168	