

NRD-NPP-97-10

核一廠核安管制紅綠燈視察報告 (97 年第 1 季)

行政院原子能委員會 核能管制處

中華民國 97 年 5 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	4
一、R04 設備配置查證	4
二、R05 火災防護查證	6
三、R11 運轉人員再訓練.....	9
四、R22 偵測試驗作業查證	10
參、其他基礎視察	11
一、OA1 安全績效指標確認	11
肆、結論與建議	15
參考資料	16

視察結果摘要

本視察報告包含 97 年第 1 季各駐廠視察員於駐廠期間相關項目之視察。駐廠期間視察包括設備配置查證、火災防護查證、運轉人員再訓練及偵測試驗作業查證等項目。其中設備配置查證部分選擇核一廠 1、2 號機 RCIC 及 HPCI 系統進行查核；火災防護查證則於駐廠視察時以現場查核之方式進行查證；運轉人員再訓練查證則以運轉人員年度在職訓練之訓練教材及上課現場情形等項目進行視察；偵測試驗作業查證部分，選擇駐廠期間之偵測試驗項目進行查證。

設備配置作業查證有 2 項發現發現，經評估屬無安全顧慮之綠色燈號。安全績效指標確認有 1 項發現，初步評估對安全績效指標無明顯影響。本季偵測試驗及運轉人員再訓練作業查證無安全顯著性發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。火災防護查證有 3 項發現，初步評估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

1 月 7 日執行控制棒動作測試，負載由 638MWe 降至 583MWe，測試完成後負載回升至 638MWe。

1 月 13 日執行控制棒棒序交換，負載由 636MWe 降至 450MWe，測試完成後負載回升至 636MWe。

2 月 4 日執行控制棒動作測試，負載由 640MWe 降至 609MWe，測試完成後負載回升至 639MWe。

3 月 16 日執行控制棒急停時間測試、控制棒停妥時間測試及棒序交換，負載由 636MWe 降至 535MWe，執行 MSIV 關閉測試及 601.9 汽機功能測試，負載由 535MWe 降至 400MWe，測試完成後負載回升至 631MWe。

二號機

1 月 7 日執行控制棒動作測試，負載由 650MWe 降至 608MWe，測試完成後負載回升至 648MWe。

1 月 13 日執行控制棒棒序交換，負載由 647MWe 降至 622MWe，測試完成後負載回升至 648MWe。

1 月 25 日執行控制棒棒序交換，負載由 648MWe 降至 622MWe，測試完成後負載回升至 648MWe。

2 月 3 日執行控制棒棒序更換、控制棒停妥時間測試及控制棒動作測試，負載由 645MWe 降至 456MWe，測試完成後負載回升至 646MWe。

2 月 13 日執行控制棒棒序交換，負載由 645MWe 降至 605MWe，測試完成後負載回升至 650MWe。

2 月 22 日執行控制棒動作測試，負載由 648MWe 降至 560MWe，測試完成後負載回升至 643MWe。

3 月 16 日執行控制棒棒序更換、控制棒急停時間測試及控制棒停妥時間測試，負載由 636MWe 降至 535MWe；執行 MSIV 關閉測試及汽機功能測試，負載由 535MWe 降至 400MWe，測試完成後負載回升至 631MWe。

貳、反應器安全基石視察

一、視察項目：R04 設備配置查證

(一)視察範圍

設備正確配置為維持系統正常功能之基本條件，相對地，若對風險貢獻度高之系統設備未能正確配置導致系統無法發揮其功能，將導致機組風險增加。本項視察係參考本會程序書 NRD-IP-111.04「核能電廠設備排列配置視察程序書」，及美國核管會視察手冊 71111.04「設備配置（Equipment Alignment）」之內容，針對核一廠風險度分析中風險貢獻度較高之爐心隔離冷卻系統（RCIC）及高壓注水系統（HPCI）設備配置現況進行查核。視察方式包括查核閥門排列相關之程序書/相關圖面內容正確性與適切性，並至現場實地查對閥位排列、閥門標示狀況是否與相關 P&ID 圖面一致及是否有異常洩漏。其他包括：須上鎖之重要閥體是否確實上鎖、須手動全開之閥是否

100%全開、設備之標示及管路之流向標示是否正確、斷路器開關位置是否正確、管路支吊架外觀及維護是否確實、控制室之開關燈號顯示是否正確、臨時跨接之相關標示是否正確、廠務管理是否確實及鑰匙管制狀況等亦為此次視察之查核重點。

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圖面一致性及正確性、管閥設備標示與系統是否有異常洩漏及廠務管理狀況。分別於二號機高壓注水系統（HPCI）及一號機爐心隔離冷卻系統（RCIC）執行設備配置查證，內容涵蓋屏障完整及救援系統等基石。

本次查證內容涵蓋屏障完整及救援系統等基石。

(二)視察發現：

1. 簡介：

本項視察項目有 2 項視察發現，係屬救援系統部分，二號機高壓注水系統（HPCI）查證結果有 4 張閥牌（V-E41-FF017、V-E41-FF018、V-E41-FF019A 及 V-E41-FF019B）之功能簡述與程序書（OPER-12-E41）不符，1 個安全釋放閥（SRV-E41-F018）缺閥牌，另有 2 張閥牌（V-E41-F096 及 V-E41-F097）之功能簡述標示為「HPCI 迴路充水隔離閥」，與程序書（OPER-12-E41）中為「HPCI 迴路充水泵出口隔離閥」不符，閥牌標示缺少“泵出口”3 個字。

一號機爐心隔離冷卻系統（RCIC）查證結果有 1 張閥

牌（E51-FF003E）被油漆污染而無法辨識閥號情形，另發現 V2B-LSH-E51-N010 下游 2 只儀用閥未掛閥牌且 P&ID 圖上無此閥。

2.說明：

有 4 張閥牌之功能簡述與程序書（OPER-12-E41）不符，1 個安全釋放閥缺閥牌，2 張閥牌標示缺少“泵出口”3 個字及閥牌被油漆污染而無法辨識閥號等，易對現場作業造成不便，需檢討改善。

3.分析：

以上發現，初步評估視察發現尚未影響系統功能。此項發現經評估對其系統功能應無顯著影響，故評估結果屬無安全顯著性之綠色燈號。

4.處置：

有關此次視察發現，已通知電廠，要求電廠改善。

二、視察項目：R05 火災防護查證

(一)視察範圍

核能電廠火災防護是基於深度防禦的理念，亦即首要應能預防火災的發生；若萬一發生火災，則須能快速、及時的偵測、控制及撲滅，以限制火災所造成的損失，並提供核能安全有關的結構、系統與組件適當的防護，使火災若未即時撲滅，亦不會造成重要核能安全功能喪失；同時在任何狀況下，均能合理的保證，火災的發生不會影響核燃料處於穩定安全的狀態，且

不會造成放射性物質的外洩，以及影響到廠內工作人員與大眾的健康與環境的安全等。本項視察係參考本會程序書 NRD-IP-111.05AQ「核能電廠火災防護（年／季）視察程序書」、美國核管會視察手冊 71111.05AQ「火災防護（Fire Protection）」之內容及核一廠相關程序書之規定進行查核。本次火災防護作業視察主要查證 EDG-5 大修現場火災防護，查證內容肇始事件及涵蓋救援系統等基石，視察係以現場查核方式進行，就主動式及被動式防火系統與設施之材質狀態，及操作的配置和備用狀態，相關設備查證和評估項目如下：1.瞬間易燃和起火源之控制 2.火災偵測系統 3.以水來滅火的系統 4.以泡沫來滅火的系統 5.手動滅火之設備及能力 6.被動式防火設施等。

視察係以現場查核為主，視察重點為實地查核消防設備之現場配置情形，並於駐廠期間巡視廠區時依據上述項目進行查證評估，以瞭解電廠是否具有良好防火安全能力。

現場查證五號柴油機廠房及二號機反應器、聯合、汽機等廠房室內消防栓、滅火器、自動撒水設備、FM-200 滅火設備、防火門等。系統泵室區域消防系統可用性（噴灑頭無堵塞/阻礙、集熱板安裝、消防水管閥排列及壓力）、消防水箱/滅火器是否定期查驗。

本次查證內容涵蓋肇始事件及救援系統等基石。

(二)視察發現：

1. 簡介：

本項視察項目有 3 項視察發現，係屬救援系統部分，包含防火門未安裝熔鉛搭扣條、緊急照明燈故障不亮及工作鷹架（活動式）裝置錯誤且上下層顛倒等。

2.說明：

在機組大修時，人員穿越頻繁而須長時間打開之防火門，需安裝熔鉛搭扣條，若發生火災事故時，高溫會將搭扣條上之鉛熔化，而產生自動關閉防火門的功能。視察發現缺失如下：(1) 5th DG7 防火門未安裝熔鉛搭扣條，卻另以 5 加侖油桶將門打開頂住，若發生火災事故時，防火門將無法自動關閉。(2) 5th DG3 防火門亦未安裝熔鉛搭扣條，且門弓器失效，防火門推開後即卡住，無法自動回關。(3) 上述須長時間打開之防火門需安裝熔鉛搭扣條，經查程序書 731.26「防火門定期檢查程序」，卻未將其列為檢查項目。

5 號柴油機廠房 2 樓 SB-73 緊急照明燈故障不亮，且按下測試開關時會產生異聲，另 SB-74 緊急照明燈測試開關動作不良，有時無法順利開關。

氣動式風門檢修用之工作鷹架（活動式），裝置錯誤且上下層顛倒，下層無腳踏桿，造成人員無法順利登高作業，易發生工安事故，但卻置放現場使用多時。

3.分析：

以上發現，包含防火門未安裝熔鉛搭扣條、緊急照明燈故障不亮及工作鷹架（活動式）裝置錯誤且上下層顛倒

等問題，此三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。

4.處置：

有關此次視察發現，電廠工安組已立即著手改善完成。

三、視察項目：R11 運轉人員再訓練

(一)視察範圍

運轉人員負責操作核能電廠之各項設備，其中持照運轉人員更是直接在控制室內操控反應器之運作，包括機組之正常升、降載，暫態時之研判、反應，以及一切為穩定機組所作之必要處置。運轉員於機組暫態時在承受壓力之情況下，能否應變得宜、發揮其應有功能與其平時訓練之成效息息相關，故訓練應有完善之規劃、執行及考核，唯有如此，運轉員才能發揮其最大潛力，於事故發生之初即能迅速採取必要之處置，將其不良後果儘可能減至最小，因此落實人員再訓練為確保核能電廠運轉安全的重要一環。本項視察係參考本會程序書 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」，及美國核管會視察手冊 71111.11「Licensed Operator Requalification Program」，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。

本次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。

四、視察項目：R22 偵測試驗作業查證

(一)視察範圍

偵測試驗係為確認正常備用之安全相關系統，仍能維持其設計之安全功能。本項視察係參考本會程序書 NRD-IP-111.22 「核能電廠偵測試驗視察程序書」，及美國核管會視察手冊 7111.22 「偵測試驗 (Surveillance Test)」之內容，視察員駐廠視察期間之偵測試驗查證包含：602.2.1.2.1 反應爐高階水位儀器-主汽機與飼水泵跳脫功能測試、602.1.5.10 一次圍阻體隔離閥(PCIV)關閉查證測試、606.3.2 緊要海水泵及餘熱移除海水系統增壓泵運轉能力定期偵測試驗、606.3.3 廠用海水系統馬達操作閥運轉能力定期測試、606. 5.1 爐心隔離冷卻泵可用性與流量試驗(額定壓力)、606. 5. 3 爐心隔離冷卻系統電動閥可用性試驗、608. 4.1 運轉中正常開啟之一次圍阻體隔離閥功能測試(主蒸汽隔離閥除外)、609.9 69KV 及 345KV 廠外電源可用性驗證、602.2.1.13 緊急匯流排功能測試、 608.1.4 抑壓槽通乾井真空破除器試驗、608.1.5 一次圍阻體及圍阻體洩壓排氣系統 (DTVS)隔離閥功能試驗、 609.10 電源分配盤系統查證程序、606.4.6 高壓爐心注水泵快速起動試驗、606.4.3 高壓爐心注水系統電動閥可用性測試、 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)、 601.19 RPS 控道測試開關功能試驗、 606.2.1 RHR 泵運轉能力及流量測試、604.1 控制棒動作測試、 606.3.3 廠用海水系統馬達操作閥運轉能力

定期測試、611.1.7 控制室緊急過濾床可用性試驗、612.20.17 事故後偵測（PAM）儀器檢查程序書、602.4.4.4 氣態流體輻射監測儀器功能測試、611.3 電池室通風系統、606.3.2 緊要海水泵及餘熱移除海水系統增壓泵運轉能力定期偵測試驗、608.2.5 備用氣體處理系統隔離閥功能測試、609.1.1 EDG-2B 可用性定期測試、602.1.4.5 主蒸氣管高流量 (B21-N686~N689A~D) 及反應爐二階水位 (B21-N681A~D)功能測試、602.2.1.13 緊急匯流排 DVP 功能試驗。

本項視察以下列兩種方式進行：

- 1.文件查核：查證程序書是否依據運轉規範之測試週期規定及是否符合終期安全分析報告（FSAR）要求標準執行測試，並審視若測試不合格後，是否有完整之後續處理程序及改善措施。
- 2.現場查核：會同核一廠運轉組、維護組及品質組人員，針對偵測試驗執行現場作業查證，主要查證項目包含偵測試驗前之準備、測試時程序書之遵循、測試結果是否合乎要求判定與處理及測試後之設備回復程序等。

本次查證內容涵蓋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。

參、其他基礎視察

一、視察項目：OA1 安全績效指標確認

(一)視察範圍

本次查核範圍針對 96 年第 3、4 季之肇始事件、救援系統及屏障完整(反應器冷卻水系統(RCS)比活度、反應器冷卻水系統洩漏率)等安全績效指標(PI)執行查證，查核之重點為各項指標資料蒐集之完整性及計算方法，是否符合台電公司核安處 91 年 5 月 15 日及 95 年 4 月 25 日公布之「核能電廠安全績效指標評鑑作業要點」(Rev. 2 及 3)及 NRC 所引用之安全績效指標導則 NEI 99-02「Regulatory Assessment Performance Indicator Guideline」(Rev.3)。

依據「安全績效指標評鑑報告」，核一廠之核能安全績效指標共有 10 項，此 10 項指標又分成肇始事件、救援系統及屏障完整三個類別。肇始事件之安全績效指標包括「臨界 7000 小時非計劃性反應爐急停」、「非計劃性反應爐急停且喪失正常熱移除」及「臨界 7000 小時非計劃性功率變動>20%額定功率」等 3 項；救援系統之安全績效指標包括「高壓注水系統(HPCI)不可用率」、「反應爐爐心隔離冷卻系統(RCIC)不可用率」、「餘熱移除系統(RHR)不可用率」、「緊急 AC 電源-柴油發電機(EDG)不可用率」及「安全系統功能失效」等 5 項；而屏障完整之安全績效指標則包括「反應爐冷卻水系統比活度」及「反應爐冷卻水系統洩漏率」等 2 項。

本項安全績效指標評鑑，分成兩種方式進行查證，一為現場訪談，另一為資料完整性及計算方式之查證。現場訪談部分，是與核能一廠相關承辦人探討其作業之適切性及周延性；

資料完整性及計算方式部分，其三類 10 項指標之查證方式分述如下：

- 1.肇始事件安全績效指標部分，查核方式依據核一廠「異常事件報告（RER）紀錄」查證「臨界 7000 小時非計劃性反應爐急停」、「非計劃性反應爐急停且喪失正常熱移除」2 項指標；依據核一廠之「營運指標月報」查證「臨界 7000 小時非計劃性功率變動>20%額定功率」指標；另參考核一廠值班主任日誌紀錄，對上述所依據之資料進行完整性及正確性之查核。
- 2.救援系統之安全績效指標部分，查核方式依據核一廠「值班主任日誌」中進入限制運轉狀況（LCO）之紀錄，查證「高壓注水系統不可用率」、「反應爐爐心隔離冷卻系統不可用率」、「餘熱移除系統不可用率」、「緊急交流電源-柴油發電機不可用率」4 項指標；並依據核一廠「異常事件報告紀錄」及「營運指標月報」查證「安全系統功能失效」指標；另參考核一廠維護管理電腦化系統（MMCS）之矯正維修紀錄，對上述所依據之資料進行完整性及正確性之查核。
- 3.屏障完整之安全績效指標，有關反應器冷卻水系統（RCS）比活度部分之查核方式，係依據核一廠程序書 803.11「碘」及 602.4.10「外釋氣體、SJAЕ 廢氣及反應器水中之碘活性分析管制程序」查證比活度資料來源之分析作業，並依據其分析結果查證 RCS 比活度指標計算結果之正確性；有關 RCS 洩漏率部分之查核方式，係依據核一廠程序書 OPER-08

「核能電廠運轉員巡視紀錄表」之第一核能發電廠主控制室反應器操作員記錄，其乾井內洩漏率偵測紀錄，查證 RCS 洩漏率指標計算結果之正確性。

本次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

1.簡介：

本項視察項目有 1 項視察發現，係 EDG A 故障時數增計 0.02 小時等問題。初步評估視察發現尚未影響安全績效指標，故屬無安全顧慮之綠色燈號。

2.說明：

視察發現一號機 EDG A 渦輪增壓器循環油泵馬達異音曾於 96.8.21 及 96.11.26 兩度檢修，但 96.8.21 宣告 EDG A 不可用，96.11.26 卻依程序書 175 評估 EDG A 仍可正常供電，各項指標資料蒐集無誤且計算方法並無問題，惟因運轉人員未詳細評估，使 EDG A 故障時數增計 0.02 小時。

3.分析：

本次視察發現未對安全指標造成明顯之影響，故評估結果，均屬無安全顧慮之綠色燈號。

4.處置：

有關此次視察發現，因屬運轉人員未詳細評估之疏失且數據之差異甚微，已告知承辦人及單位主管，並請日後注意改正。

肆、結論與建議

97 年第 1 季核能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、偵測試驗作業查證及安全績效指標確認等 5 項作業，此 5 項作業查證內容涵蓋肇始事件、救援系統及屏障完整等基石。其中偵測試驗作業查證及運轉人員再訓練未發現缺失，設備配置查證有 2 項發現，安全績效指標確認有 1 項發現，火災防護查證有 3 項發現，上述發現經評估結果，皆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。

參考資料

1. Inspection Procedure 71111.04, Equipment Alignment
2. Inspection Procedure 71111.05AQ, Fire Protection
3. Inspection Procedure 71111.11, Licensed Operator Requalification Program
4. Inspection Procedure 71111.22, Surveillance Test
5. Inspection Procedure 71151, Performance Indicator Verification
6. NEI 99-02, Regulatory Assessment Performance Indicator Guideline (Rev. 3)
7. 核能電廠安全績效指標評鑑作業要點
8. 原能會核管處 NRD-IP-111.04 「核能電廠設備排列配置視察程序書」
9. 原能會核管處 NRD-IP-111.05AQ 「核能電廠火災防護（年／季）視察程序書」
10. 原能會核管處 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」
11. 原能會核管處 NRD-IP-111.22 「核能電廠偵測試驗視察程序書」
12. 原能會核管處 NRD-IP-151 「核能電廠績效指標查證視察程序書」