

NRD-NPP-96-11

核一廠核安管制紅綠燈視察報告
(96年第1季)

行政院原子能委員會 核能管制處

中華民國 96 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	6
三、R11 運轉人員再訓練	8
四、R22 偵測試驗作業查證	9
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
附件	16
附件一 96 年度第 1 季核能一廠核安管制紅綠燈視察計畫	17
附件二 注意改進事項（編號：AN-CS-96-002）	18
附件三 注意改進事項（編號：AN-CS-96-003）	19

視察結果摘要

本視察報告包含 96 年 02 月 07 日至 96 年 02 月 09 日執行之專案視察（視察計畫如附件一）及 96 年第 1 季各駐廠視察員於駐廠期間相關項目之視察。專案視察為安全績效指標確認；駐廠期間視察則包括設備配置查證、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 號機爐心隔離冷卻系統（RCIC）、2 號機之備用硼液系統（SBLC）及餘熱移除系統（RHR）之設備配置進行查核；火災防護查證則於駐廠期間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；安全績效指標確認方面則執行 95 年第 3、4 季之評鑑作業查證。

設備配置查證共有 3 項發現，初步評估視察發現尚未影響系統功能，故評估結果，屬無安全顧慮之綠色燈號。

運轉人員再訓練查證共有 1 項發現，初步評估視察發現尚未影響再訓練品質，故評估結果，屬無安全顧慮之綠色燈號。

安全績效指標確認有 3 項發現，初步重新計算及評估視察發現尚未影響安全績效指標。

本季火災防護查證及偵測試驗作業查證沒有發現缺失。

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

核一廠本季(96年第1季)除2號機之爐心隔離冷卻系統(Reactor Core Isolation Cooling System)曾發生1次異常事件外，機組運轉狀況良好。1月4日2號機滿載運轉中，執行RCIC系統冷卻水泵可用性與流量測試及電動閥可用性試驗均正常。其後運轉人員巡視現場時，發現反應器廠房一樓西南側走道之輻射警示燈閃爍，即通知值班主任並連絡保健物理及機械人員至現場查看，經確認係因電動閥E51-F013S格蘭洩漏，造成主蒸汽通道空浮濃度升高，電廠評估後即採取降載檢修之改善措施。經機械課檢修，確認E51-F013S止漏後，機組於當天19:10開始升載，1月5日11:24機組達到滿載。1號機自3月5日起停機開始第22次的大修作業。

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）、備用硼液系統（SBLC）及餘熱移除系統（RHR）之設備配置進行查核。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、閥門標示狀況及是否有異常洩漏。其他包括：1.須上鎖之重要閥體是否確實上鎖、2.須手動全開之閥是否 100%全開、3.設備之標示及管路之流向標示是否正確、4.斷路器開關位置是否正確、5.管路支吊架外觀及維護是否確實、6.控制室之開關燈號顯示是否正確、7.臨時跨接之相關標示是否正確、8.House-keeping 是否確實及 9.鑰匙管制狀況等亦為此次視察之查核重點。

本次視察由於機組在正常運轉中，故就 1 號機爐心隔離冷卻系統及 2 號機備用硼液系統和餘熱移除系統等系統設備配置進行查核。視察係以下列方式進行：

1. 文件查核：查核系統運轉程序書 302.6「爐心隔離冷卻系統」、302.7「備用硼液系統」、302.5「餘熱移除系統」及 OPER-12-E51/C41/E11「閥類排列及掛牌狀況檢查表」等內容與相關 P&ID 圖面之一致性及正確性。
2. 現場查核：就運轉中可接近之系統閥門，實地至現場查核其排列正確性、管閥設備標示與系統是否有異常洩漏及廠

務管理狀況等。

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：

本項視察共有 3 項發現，初步評估視察發現尚未影響系統功能，故評估結果，屬無安全顧慮之綠色燈號。

2. 說明：

(1) 汽機蒸汽管路祛水壺洩水閥 AOV-E51-F025 及 F026 正常為開啟，而現場確為開啟，但檢查表中為關閉。

(2) 儀用管路之根閥 VC-PT-E51-N007X 閥牌掉落，V1A-LSH-E51-N010 因管路過熱變黑已看不出閥號，另一閥 V1C-LSH-E51-N010 無閥牌。

(3) CONDENSATE 泵旁一條電氣接線管接頭脫落。

3. 分析：

(1) 程序書 OPER-12 為機組大修後，檢查各重要系統閥類排列及閥牌狀況，確保系統能發揮功能，防止閥類被誤操作之可能性，其為起動前重要之依據文件，卻出現 RCIC 汽機蒸汽管路洩水閥 F025 及 F026 應為開啟，但檢查表中為關閉之錯誤。檢查表需執行者及查證者簽名

做雙重核對，且該文件至今已於多次大修後使用，顯見該查對工作未確實執行。本項程序書 OPER-12-E51 中閘位不正確之內容，係程序書撰寫之正確性之問題，因此並不會影響系統功能，電廠亦已提出 PCN 修正，故評估結果，以上發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

(2) 閘牌係防止閘類被誤操作之可能性，並不會影響系統功能，故評估結果，以上發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

(3) 電氣接線管接頭脫落乙事，電廠電氣課說明該管連接為電阻箱，在十多年前更換泵後，因泵設計不同已無需該電線，電廠將把該電線移除。此係大修後廠務管理工作未落實，並不會影響系統功能，故評估結果，以上發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

4. 處置：

針對以上仍待電廠後續改進之項目，已發注意改進事項（編號：AN-CS-96-003，如附件三），請電廠加強大修起動前之檢查及廠務管理工作的落實。

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針對電廠火災預防功能、火災偵測功能、滅火能力等方面，以實地觀察方式進行，以瞭解電廠是否具有良好防火安全能力。

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下列方式進行評估：a. 焊接、切割材料等工作是否依照程序書執行、b. 查證防火偵測器功能是否正常、c. 查證滅火系統（噴水）之噴頭是否堵塞、外觀是否破損、供水系統是否正常及 d. 查證滅火系統(CO₂)之噴頭是否堵塞或位移、壓力錶指示是否在接收範圍等。

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：無安全顯著性之視察發現

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。若以功能而論，控制室中的持照人員就好比是一個人的大腦，是反應器機組的運作中樞，也是核能電廠能否安全發揮其設計功能之關鍵群組，其重要性自是不言可喻。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，將機組帶往安全方向運轉，除有賴個人學養、性格特質外，並端視其平時訓練之成效，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

1. 簡介：

本項視察共有 1 項視察發現，初步評估此項視察發現尚未影響再訓練品質，故評估結果，屬無安全顧慮之綠色燈號。

2. 說明：

1 月 19 日查證電廠訓練中心運轉員課程訓練，下午課程內容為「二號機跳機事件經驗回饋 (RER-9512001)」，分為課堂講授及模擬器操作兩部份，持照人員在模擬器室內模擬跳機之操作，其他 3 位非持照人員則於教室自習。電廠訓練股楊股長說明因非持照人員平時不需操作模擬器，故講師同意其自習，然不上課卻有訓練時數的作法，並不適當，電廠承諾未來將會依實際上課時數計算其訓練時數。

3. 分析：

上述發現係與非持照人員訓練時數之計算方式有關，實際上不影響持照人員訓練時數之計算，故評估結果，屬無安全顧慮之綠色燈號。

4. 處置：

對於以上發現已請電廠改善。

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。本項視察係參考美國核管會視察手冊 71111.22 「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：程序書 602.1.4.3 「主蒸汽管通道高溫度功能試驗」、602.1.5.10 「一次圍阻體隔離閥 (PCIV) 關閉查證測試」、604.1 「控制棒動作測試」、606.1.1 「CS 泵可用性與流量試驗」、606.4.3 「高壓爐心注水系統電動閥可用性測試」、606.4.6 「高壓爐心注水泵快速起動試驗」、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」、606.8.8 「替代停機 (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」、609.1.1 「第五台柴油發電機手動起動空轉測試」、609.9 「69KV 及 345KV 廠外電源可用性驗證」、609.10 「電源分配盤系統查證程序」、611.3 「電池室通風系統」、611.4.1 「聯合廠房冷卻水泵可用性及泵容量試驗」及 612.20.17 「事故後偵測 (PAM) 儀器檢查程序書」等。

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：會同核一廠運轉課、維護課及品質課人員，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 95 年第 3、4 季之安全績效指標（PI）執行全面性之查證，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 日公布之「核能電廠安全績效指標評鑑作業要點」及 NRC 所引用之安全績效指標導則 NEI 99-02「Regulatory Assessment Performance Indicator Guideline」（Rev. 2）。

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 (1/5)，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。

(二) 視察發現

1. 簡介：

本項視察項目有 3 項視察發現，其中 1 項為救援系統部分，未將緊急恢復之操作步驟列入部份測試程序書，不符合規定要求；2 項屏障完整部分，為報告之紀錄格式及大修期間洩漏率是否列入等問題。

2. 說明：

- (1) 查證核一廠測試中會造成系統不可用之程序書，如 602.2.5.1、602.2.5.4、602.2.5.8、602.2.6.1、602.2.6.5 及 602.7.6 等並未加入操作人員緊急恢復之操作步驟，或將該測試中造成系統不可用時數，列入其安全績效指標之計算，不符合規定要求。
- (2) 經查 95 年第 4 季之「反應爐冷卻水系統比活度安全指標實績趨勢圖」之指標尺度值，已依本會建議修訂其尺度值大小，惟該圖可能令人誤解其綠色指標門檻為 8.0E-04。
- (3) 有關機組大修期間「反應爐冷卻水系統比活度」及「反

應器冷卻水系統洩漏率」，94 年第 4 季一號機大修期間比活度及洩漏率均未列入安全指標，95 年第 3 季二號機大修期間之比活度未列入安全指標，但洩漏率則列入計算，為此有關數據是否列入安全指標，建請統一考量。

3. 分析：

以上各項發現，如程序書撰寫問題、報告格式及紀錄完整性之問題，皆為文件方面問題，並未發現對於本項安全指標造成明顯之影響。

4. 處置：

有關此次視察發現，已發注意改進事項（編號：AN-CS-96-002，如附件二），要求電廠針對視察發現提出改善。

肆、結論與建議

96 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。其中設備配置查證有 3 項發現，運轉人員再訓練有 1 項發現，安全績效指標確認有 3 項發現，火災防護查證及偵測試驗作業查證則無安全顯著性之視

察發現，上述發現經評估結果，皆屬無安全顧慮之綠色燈號。

針對設備配置查證及安全績效指標確認等發現，已發出注意改進事項，要求電廠針對視察發現提出改善，並加強大修起動前之檢查及廠務管理工作的落實，對於運轉人員再訓練的發現，因只涉及非持照人員訓練時數之計算方式，已請電廠改善。

參考資料

1. Inspection Procedure 71111.04, Equipment Alignment
2. Inspection Procedure 71111.05Q, Fire Protection
3. Inspection Procedure 71111.11, Licensed Operator Requalification Program
4. Inspection Procedure 71111.22, Surveillance Test
5. NEI 99-02, Regulatory Assessment Performance Indicator Guideline (Rev. 2)
6. Inspection Procedure 71151, Performance Indicator Verification
7. 核能電廠安全績效指標評鑑作業要點

附件

- 一、核一廠 96 年度第 1 季核安管制紅綠燈視察指標團隊視察計畫
- 二、注意改進事項編號：AN-CS-96-002
- 三、注意改進事項編號：AN-CS-96-003

核一廠 96 年度第 1 季核安管制紅綠燈視察指標 團隊視察計畫

一、 前言

本季核安管制紅綠燈視察指標團隊視察計畫主題，將針對 95 年第 3 及 4 季之安全績效指標 (PI) 執行全面性之查證。

二、 視察人員：孟祥明、陳永泰

三、 視察時程：

(一) 時間：96 年 2 月 7、8、9 日

(二) 視察後會議：96 年 2 月 9 日下午 02:00

四、 視察項目：安全績效指標評鑑作業查證

五、 其他事項

(一) 本次視察不召開視察前會議。

(二) 請核一廠先行準備視察所需之相關文件(95 年第 3 及 4 季)

- 運轉日誌
- 安全績效指標評鑑報告
- 營運指標報告
- HPCI、RCIC、RHR、EDG 系統之偵測試驗紀錄
- 異常事件報告
- 核能電廠運轉員巡視紀錄表

(三) 請核一廠惠予安排本次視察所需場地及文書作業設備，並請指派專人負責本次視察期間之相關聯繫事宜。

(四) 本會連絡人及電話：陳永泰 (02) 2232-2164

核能電廠注意改進事項

編號	AN-CS-96-002	日期	96年2月14日
廠別	核一廠	承辦人	陳永泰 2232-2164
<p>注改事項：針對貴廠 95 年第 3、4 季之安全績效指標進行整體查證，視察發現如下，請酌予改善。</p> <p>內 容：</p> <p>一、請於程序書 602.2.5.1、602.2.5.4、602.2.5.8、602.2.6.1、602.2.6.5 及 602.7.6 等加入操作人員緊急恢復之操作步驟，以符合規定要求。</p> <p>二、95 年第 4 季之「反應爐冷卻水系統比活度安全指標實績趨勢圖」之指標尺度值，已依本會建議修訂其尺度值大小，惟該圖可能令人誤解其指標門檻為 8.0E-04，建議改善以避免誤解。</p> <p>三、有關機組大修期間「反應爐冷卻水系統比活度」及「反應器冷卻水系統洩漏率」等相關數據是否列入安全指標，建請統一考量。</p>			
參考文件：			

核能電廠注意改進事項

編號	AN-CS-96-003	日期	96年2月16日
廠別	核一廠	承辦人	顏志勳 2232-2168
<p>注改事項：請核一廠加強大修起動前之檢查及廠務管理工作的落實。</p> <p>內 容：</p> <p>一、1月25日本會駐廠視察員請反應器值班員陪同前到一號機 RCIC 室現場實地查對程序書 OPER-12-E51「E51 閥類排列及掛牌狀況檢查表」與現場實地閥位排列正確性，發現汽機蒸汽管路祛水壺洩水閥 AOV-E51-F025 及 F026 正常為開啟，而現場確為開啟，但檢查表中為關閉；另有儀用管路之根閥 VC-PT-E51-N007X 閥牌掉落，V2D-LSH-E51-N010 旁一閥為 V1A-LSH- E51-N010 因管路過熱變黑已看不出閥號，另一閥 V1C-LSH-E51-N010 無閥牌；CONDENSATE 泵旁一條電氣接線管接頭脫落。</p> <p>二、有關電氣接線管接頭脫落乙事，電氣課說明該管連接為電阻箱，在十多年前更換泵後因泵設計不同已無需該電線，將把電線移除，但因與二號機不同，且 CWD 圖並未更正，電廠宜確認清楚後再行適當之處理。</p> <p>三、程序書 OPER-12（檢查表）為機組大修 153 文件之一，且經歷多次大修，執行者及查證者需每次核對簽名，卻未發現 RCIC 汽機蒸汽管路洩水閥應為開啟，但檢查表中為關閉之錯誤；另 RCIC 室有電氣管路接頭未接，置落地面，多年未通報處理，可見相關作業仍應加強。1 號機 EOC-22 大修在即，請務必檢討改善避免類似情形再發生，並加強本次大修起動前之檢查及廠務管理工作的落實。</p>			
<p>參考文件：</p>			