

NRD-NPP-96-23

核一廠核安管制紅綠燈視察報告
(96年第3季)

行政院原子能委員會 核能管制處

中華民國 96 年 10 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	4
一、R04 設備配置查證	4
二、R05 火災防護查證	5
三、R11 運轉人員再訓練.....	7
四、R21 設備組件設計基準	8
五、R22 偵測試驗作業查證	18
參、其他基礎視察	21
一、OA1 安全績效指標確認.....	21
肆、結論與建議	25
參考資料	26
附件	26
附件一 96 年度第 3 季核能一廠核安管制紅綠燈視察計畫	27
附件二 96 年設備組件設計基準專案視察計畫.....	28
附件三視察備忘錄（編號：96-會核-CS-015、019）及注改 事項(AN-CS-96-012)	31

視察結果摘要

本視察報告包含 96 年 9 月 27、28、29 日執行之 96 年第 3 季之安全績效指標確認專案視察（視察計畫如附件一）、96 年設備組件設計基準專案視察（視察計畫如附件二）及 96 年第 3 季各駐廠視察員於駐廠期間相關項目之視察。第 3 季之安全績效指標專案視察係依據其他基礎視察項目“OA1”安全績效指標確認”，針對核一廠第一、二季之安全績效指標（PI）執行全面性查證；96 年設備組件設計基準專案視察，則包括各重要組件之細部設計、設備可靠度審查與篩選組件現場查核、運轉程序書及運轉員操作過程、電廠修改案等進行視察；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一、二號機 RCIC、RPS、PCIV 及 SBGT 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。

偵測試驗作業查證有 4 項發現，經評估屬無安全顧慮之

綠色燈號。安全績效指標確認有 3 項發現，初步評估對安全績效指標無明顯影響。本季設備配置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。設備組件設計基準專案視察有 16 項發現，經評估皆屬無安全顧慮之綠色燈號。火災防護查證有 1 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

7月1日、9月3日進行例行性降載調棒，發現 RFP-A 與 RFP-C 之流量指示偏差過大，進行將 RFP-A 換至 B 台運轉；8月9日進行爐壓調升，由 68.5 km/cm² 升至 69.6 km/cm²，目前約運轉於 69.1 km/cm²；8月10日三值因 TOURS 水質率離子濃度超過法規值 < 200ppb，因此執行 TOURS 換水作業；9月5日 EDG-B 因啟動空壓機 B 儀用管路接頭破裂須進行檢修，緊要電源暫由 EDG-5 取代；9月11日因懷疑空氣漏入冷媒，因此將寒水機 WC-3 停用檢修；9月11日三值發現 SBGT-B 串啟動運轉時有異聲、軸承溫度偏高，宣佈不可用，進行檢修(9月12日修妥恢復正常)；9月28日因廠用海水系統 SB-104-376B 閥卡住，宣佈 ESW-B 串不可用，並進行檢修。

二號機

7月15日降載進行例行性控制棒序交換，8月1日降載執行例行性調棒；7月16日發現 TBCW 泵 1B 不明原因跳脫，值班人員手動啟動運轉(A 台自動啟動)，肇因電廠查證中；MSR-1B 排汽至 HTR-1B 之法蘭漏蒸汽，電廠於 7月27日降載進行檢修；8月15日發現再循環 M-G SET A 轉速器 COUPLE 有鬆動情形，電廠繼續觀察並將降載停用檢修；9月10日發現廠用海水泵 A 台進口低壓力跳脫，經查進口壓力指示正常，經再啟動該泵後恢復正常，電廠已開請修單檢修；9月17日三值執行颱風前 EDG 測試時發現 4.16KV TIE BKR 4-2 異常打開，電廠重新將 TIE BKR 4-2 手動關閉後重新測試正常，異常肇因

將繼續查證；9月30日降載執行例行性測試，包括汽機功能測試、MSIV關閉測試並一並檢修再循環M-G SET A轉速器COUPLE鬆脫問題及MSR第一級、第二級洩水槽傳送管路漏蒸汽之檢修。

本季中於8月7日帕布颱風、8月18日聖帕颱風及9月18日韋帕颱風接連侵襲台灣，但除8月18日聖帕颱風電廠依程序書“颱風警報期間運轉”規定，於當日10時57分開始降載並於11時42分及11時08分降至538MWE(一號機)及535MWE(二號機)，於11時30分10級風暴風半徑已脫離廠區警戒區域後，機組即恢復升載並於當日13時39分升至滿載外，其餘颱風均未達機組降載要求，此3次颱風均未影響機組安全運轉。9月7日凌晨1時52分發生有感地震，台北市、坪林震度3級，核一廠微震儀動作，最高為0.0157G，經現場巡視結果，對電廠設備未發現有不良影響。

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)、反應器保護系統(RPS)、一次圍阻體隔離閥系統(PCIV)及備用氣體處理系統(SBGT)之設備配置現況進行

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、House-keeping 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，於聯合廠房查證現場管路支架/閥門狀況及反應器廠房 2 樓 MCC3A-1 查証風扇馬達電源斷路器開關位置等。

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：無安全顯著性之視察發現。

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查證一號機和二號機 4.16 kV 開關室之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，採實地觀察方式進行，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查證評估：瞬間易燃和起火源之控制、火災偵測系統、以水來滅火的系統、以氣體來滅火的系統、手動滅火之設備及能力、被動式防火設施。

現場查證反應器廠房 ECCS/RCIC/HPCI 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 1 項視察發現，係屬救援系統部分，1 只滅火器壓力指示超出正常壓力且檢查日期登入錯誤。

2. 說明：

2號機位於 RCIC 泵室區域之 1 只滅火器壓力指示超出正常壓力，是否為壓力指示故障或壓力偏高，需澄清。另該只滅火器檢查表未註記異常且該區 4 只滅火器檢查日期皆簽註為 96.10.2，需檢討改善。

3.分析：

以上發現，1 只滅火器壓力指示超出正常壓力、檢查日期登入錯誤問題，此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，已發備忘錄（編號：CS-會核-96-15-0，如附件三之一），要求電廠改善。

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：R21 設備組件設計基準

類別：細部設計審查

(一)視察範圍

細部設計審查的目的為驗證設備組件能發揮其應有之功能，並支援相關系統正常運轉，其係藉由審視電廠最新版終期安全分析報告(FSAR)、計算書、運轉規範、組件設計基準文件、圖面、程序書，以及其他設計基準資料可供參考文件等，以研判所挑選的設備組件之執行功能，是否可符合原設計要求；並以工業界常用的標準或計算方法、美國機械工程師協會規範(ASME Code)等，進行評估設備組件設計的可接受情形，針對挑選出來的設備組件，選擇設備組件審查要素，進行相關審查並驗證其符合設計要求，

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，其中包括於正常狀態下

之 CSCW 流量已無餘裕可用且在正常狀態和緊急狀態下，CSCW 已達到額定流量，建議電廠於新增設備時，應審慎考量 CSCW 流量是否足夠問題。

2.說明：

查核正常狀態下之 CSCW 流量，原設計需求為 7664GPM，但藉由降低用過燃料池熱交換器和廢料濃縮冷卻器流量，以達到泵額定流量 7500GPM，顯示 CSCW 流量已無餘裕可用，且該份報告計算結果，在正常狀態和緊急狀態下，CSCW 已達到額定流量，該報告建議電廠不應再增加 CSCW 負荷。

3.分析：

針對 FNPS-DBD-009 Combination Structure Closed Cooling Water System Calculation 部份，電廠新增設備時，應審慎考量 CSCW 流量是否足夠。

4.處置：

針對待電廠後續改進項目，已發備忘錄(CS-會核-96-19-0)，如附件三之二第一項，要求電廠改進。

類別：設備可靠度審查與篩選組件現場查核

(一)視察範圍：

視察員針對 RCIC 及 CSCW 系統設計變更案 (DCR) 進行書面文件審查及人員訪談，並對這些系統進行現場巡視，以瞭解設計變更案是否考量耐震設計；並針對這些系統近年來之

設備請修單進行審查，以瞭解其相關設備之可靠度；此外，亦對電廠運轉期間重要設備故障檢修使用安全度評估（PRA）分析情形進行審查與訪談。

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 7 項視察發現，其中包括一號機 RCIC 系統現場所使用之吊車原設計文件未提供，且發現吊勾部份無舌片裝置，鏈條部份亦未固定問題、CSCW 調節槽現場附近放置數具除污設備均未固定、RCIC ROOM DC-MCC-1A 開關箱防水填封密合不良且電纜拉線肘管缺蓋子、運轉期間重要設備故障檢修時缺少 PRA 分析作業程序機制、請修單結案審核程序不夠嚴謹、RCIC 泵室溫度高於 FSAR 計算書中所引用之標準。

2.說明：

(1) 查證一號機 RCIC 系統現場所使用之吊車是否符合耐震一級之要求，結果該處所使用之吊車為 3T MONORAIL，該設備係核一廠建廠期間即有之設計，惟原設計文件未提供。另現場視察發現吊勾部份無舌片裝置，鏈條部份亦未固定，發生地震時易晃動，並有撞擊周遭設備之可能，須設法改善。

(2) 查證 DCR C1/2759 (CSCW 調節槽溢流管改換至海水集

水池)時,發現 CSCW 調節槽現場附近放置數具除污設備均未固定,為防止發生地震時滾動衝撞附近之管路或設備(當地尚有 SBLC 系統設備),須改善。

- (3) 電廠大修期間風險評估已執行多年,執行情形良好,但機組運轉期間重要設備故障檢修,需利用 PRA 分析時,目前電廠缺少作業程序機制,建議及早建立。
- (4) 查證請修單(OB2-940228)結案情形,發現“故障之檢討欄”係勾選『使用不合適之備品』,事後詢問相關人員,其解釋並非如所勾選之原因,而為點選錯誤。因請修單之結案過程須經審核,若非使用不合適之備品,為何審核過程中未做修正?此顯示本請修單結案審核之過程不夠嚴謹。
- (5) 查證請修單(OA1-950006)之檢修情形為故障品更換為修復品(E51-F008 MOTOR),經與電氣組與品質組討論,發現電廠對不符合規範之材料、零組件恢復為可用之修復品,未建立程序書管制。
- (6) RCIC ROOM DC-MCC-1A 開關箱防水填封密合不良,易受消防水噴灑影響。
- (7) RCIC ROOM DC-MCC-1A 開關箱電纜拉線肘管缺蓋子,易受消防水噴灑影響。
- (8) 8月13日現場巡視一號機 RCIC 泵室,由現場溫度計發現該廠房大氣溫度約為 39°C,8月14日由二號機控制室得知二號機 RCIC 泵房大氣溫度為 45°C(程序書編號

602.6.7，E51-N600)。依據 FSAR 15.1.45 有關 RCIC 在電廠全黑事故運轉設計基準之計算，RCIC 泵房大氣的初始溫度為 95°F (約 35°C)，RCIC 泵房設備可運轉的溫度限值為 148 °F (約 63°C)，在此狀況下，RCIC 在電廠全黑事故中運轉 6.9 小時之後，所評估的 RCIC 泵房大氣溫度上升至 124 °F (約 51°C)，因計算結果遠低於 RCIC 泵房設備可運轉的溫度限值 148 °F，因此認定 RCIC 之設計符合 RCIC 必須在電廠全黑事故中維持 8 小時內爐心燃料被水淹蓋的要求 (RCIC 運轉 6.9 小時，爐心水位降至燃料裸露需 1.1 小時)。本次所發現之 RCIC 泵室溫度為 45°C，遠高於 FSAR 計算書中所引用的 35°C，若考慮所引用計算模式 (NUMARC 87-00 之簡要計算方法) 的計算誤差，將對於 RCIC 之設計基準有重大影響。須查證有關 RCIC 是否符合在電廠全黑事故中維持 8 小時內爐心燃料被水淹蓋的設計基準。並須設法降低 RCIC 室內溫度。

3.分析：

- (1) RCIC 系統現場所使用之吊車，電廠未能提出原耐震設計文件，且發現其吊勾部份無舌片裝置，鏈條部份亦未固定，可能在發生地震時撞擊週遭設備，請核一廠澄清並改善。
- (2) CSCW 系統調節槽附近放置數具除污設備均未固定，可能於發生地震時滾動衝撞附近安全系統管路或設備，請

核一廠改善。

- (3) RCIC ROOM 之洩水孔經澄清其通暢情形良好，但 RCIC ROOM DC-MCC-1A 開關箱防水填封密合不良，易受消防水噴灑影響。RCIC ROOM DC-MCC-1A 開關箱電纜拉線肘管缺蓋子，易受消防水噴灑影響，須改善。
- (4) 機組運轉期間重要設備故障檢修，需利用 PRA 分析時，缺少作業程序機制，請核一廠及早建立。
- (5) 請修單編號 OB2-9402、OA1-950006 對結案審核程序不夠嚴謹，請核一廠改善。
- (6) RCIC 泵室溫度為 45°C，高於 FSAR 計算書中所引用之 35°C，將影響 RCIC 之設計基準，請核一廠設法改善 RCIC 室內溫度。

4.處置：

針對待電廠後續改進項目，已發注意改進事項 (AN-CS-96-012)，如附件三之三第一~七項，要求電廠改進。

類別：運轉程序書、運轉員操作過程及運轉經驗之審查

(一)視察範圍：

針對 RCIC 及 CSCW 系統之運轉經驗項目，並查證正常、異常及緊急操作等相關運轉程序書及功能測試程序書，其中對於 FSAR 與運轉規範及系統相關程序書之要求一致性均列入查證重點項目。運轉員操作項目對於特定運轉員操作需求、預期之潛在惡劣或不良狀況亦進行查證。

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 5 項視察發現，其中包括測試週期與規定不一致、測試程序未訂測試接受標準、測試流量未達設計流量、真空破壞閥警報設定與 FSAR 不符、控制室與訓練中心模擬器之 ESW PUMP A/B FLOW 流量顯示方式不一致、運轉操作經驗回饋資料未做妥善整理分類。

2.說明：

- (1) 依 DCR 2759 核一廠儀控組意見，應編撰程序書，並每三個月執行一次 CSCW 調節槽水位開關之功能測試，查證結果，核一廠已於 94 年 1 月 18 日完成程序書 765.7，惟該程序書明定執行週期為每大修執行一次，與 DCR 2759 核一廠儀控組意見不符。
- (2) 依 FSAR 5.5.6.3 RCIC 在起動後 30 秒內要能傳送其設計流量 (425GPM)；經查運轉規範 (SR 3.5.3.4) 要求之測試流量為 $\geq 400\text{GPM}$ (25.2LPS)，未達設計流量 (425GPM) 之標準，另現有測試程序書(606.5.1 及 606.5.6)，其接受標準均未作此要求。請核一廠確認現行測試結果能符合 FSAR 5.5.6.3 設計基準之要求。
- (3) FSAR 5.5.6.3 說明，警報在閥門 (隔離閥) 開啟時賦能以指示 RCIC 真空破壞管線任一之操作疏失。經查機組在正常運轉時真空破壞閥均置開啟未全開才會有警

報，故其敘述與實際運作有不一致之處。請核一廠進一步確認問題所在。

- (4) 控制室中 CSCW 盤面儀表 ESW P'P A/B FLOW 已採數位顯示，但訓練中心模擬器仍採表頭顯示方式，在未與控制室一致之前，相關訓練宜特別提醒學員此差異。
- (5) 運轉操作經驗回饋部份，91 年以前之資料係採檔案夾集中整理方式，91 年以後之資料雖有電子檔案，但分散於各期運轉通訊，建議未來之運轉操作經驗回饋資料，可依系統分類，集中整理，以便搜尋。

3.分析：

- (1) 94 年 1 月 18 日修定之程序書 765.7，其中有關執行週期為每大修執行一次，與 DCR 2759 核一廠儀控組意見不符，請核一廠說明。
- (2) 請核一廠確認現行 RCIC 流量測試結果能符合 FSAR 5.5.6.3 設計基準之要求。
- (3) 有關 FSAR 5.5.6.3 說明與實際運作有不一致之處，建請核一廠進一步確認問題所在。
- (4) 控制室中 CSCW 盤面儀表 ESW PP A/B FLOW 與訓練中心模擬器所採顯示不一致乙節，請核一廠辦理相關訓練時，宜特別提醒學員此差異。
- (5) 運轉操作經驗回饋部份，建議核一廠未來之運轉操作經驗回饋資料，可依系統分類，集中整理，以便搜尋。

4.處置：

針對待電廠後續改進項目，已分別發備忘錄及注意改進事項(CS-會核-96-19-0 及 AN-CS-96-012)，如附件三之二第二~三項、附件三之三第八~十項，要求電廠改進。

類別：電廠修改案之審查

(一)視察範圍

就歷年來與 RCIC 及 CSCW 有關之設計變更案，針對 RCIC 系統及 CSCW 系統設計變更案 DCR 401、544、695、913、2437、2438 及 2623 等進行書面審查及人員訪談，以瞭解電廠執行相關改善作業情形，並評估電廠所執行之設計變更案，在原設計基準下能保有原始設計能力，以及改善後的功能測試能符合原預期效能；並且至現場可接近區域進行巡視，以查核設備改善後的現況，與設計修改文件的一致性，以及相關文件和圖面修改情形等，均為視察項目之一。

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 3 項視察發現，其中包括 FSAR 內容未提及遙控停機盤(ASP)盤面電源配置、遙控停機有線電話線路配置無考量火災發生狀況、RCIC ASP 部份 DC 電源來源已變更，但 P&ID 圖未修正。

2.說明：

(1)DCR-544 為遙控停機盤(ASP)之設備修改案，其中電源供

應及通訊之電源配置使用上具合理性，但 FSAR 內容僅提使用時機，盤面電源配置並無描述，請補充。

(2) DCR-544 sup.1 為 ASP 盤增設通訊設備案，增設之 RCIC ASP 盤與 4.16KV SWGR Div I 之間的通訊專線電話，其線路來源之電話接線箱卻位於 4.16KV SWGR 室 Div II 內西側 PC 1A 旁。使用遙控停機盤時，如果 4.16KV SWGR 室 Div II 發生火災，電話線的路徑由室內上方之穿越管至上述兩區域，當需連繫時，電話有已斷線之可能，建議電話迴路作部份調整，以確保遙控停機系統操作之合理性。本 DCR 所施作之專用電話總機已移除，新線路似無成立新 DCR 或針對前次 DCR 內容的更改進行評估，使上述原考量的防火區隔已不存在，相關圖面亦未修正。

(3) DCR-2437/2438 為 RCIC ASP 盤部分導線電纜重新佈線，DCR 544 設計時未考量將經過 cable vault 區域的電纜避開，經查 DCR 2437/2438 已將 DCR 544 部份未考量導線電纜重新施工，施工的電纜依據原有規格，相關穿越管路的管封(seal)也確實施作，不影響防火區隔的功能，表示電廠已考量到火災時 ASP 能正常運作。惟發現 RCIC ASP 部份 DC 電源來源已變更，但 P&ID 圖未修正。

3.分析：

(1) 遙控停機盤(ASP)盤面電源配置，FSAR 內容並無描述，

請核一廠補充。

(2) 使用遙控停機盤的時機如是 4.16KV SWGR 室 Div II 發生火災，電話線的路徑由室內上方之穿越管至上述兩區域，當需連繫時，電話有已斷線之可能，建議電話迴路作部份調整，以確保遙控停機系統操作之合理性。另 DCR544 所施作之專用電話總機已移除，新線路似無成立新 DCR 或針對前次 DCR 內容的更改進行評估，使原考量的防火區隔已不存在，相關圖面亦未修正，電廠須再澄清。

(3) 有關 RCIC ASP 部份 DC 電源來源已變更，但 P&ID 圖未修正，須予以補正。

4. 處置：

針對待電廠後續改進項目，已發注意改進事項 (AN-CS-96-012)，如附件三之三第十一~十三項，要求電廠改進。

五、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：602.1.5.10 一次圍阻體隔離閥 (PCIV) 關閉查證測試、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、609.10 電源分配盤系統查證程序、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、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、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

1.簡介：

本項視察項目有 4 項視察發現，運轉人員於測試執行前疏忽相關消防規定、因打勾動作而可能影響確認電驛動作、因前、背盤因距離較遠致傳達不甚清楚、測試之動作時間延遲，不符合規定要求。

2.說明：

- (1) 運轉值班人員於現場執行 609.1.1 EDG-2B 可用性定期測試時，發現 EO 於測試前打開柴油機門房時，以消防滅火器頂住門，經立即告知後即刻改善。
- (2) 於執行 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)功能測試時發現儀控人員於背盤執行電驛賦能核對時，有指認呼喚之動作但因勾選現場之執行步驟(非必要之行動)而無法明確注意電驛之動作。
- (3) 執行 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)功能測試時，前、背盤因距離較遠又無使用對話器，動作訊息之傳達不甚清楚。
- (4) 執行 602.2.1.13 時發現 DVP-A 盤 A 之 L3-2/L3-3 及 B

之 L3-3 第 1 次測試之動作時間延遲分別為 15.1/60.2 及 60.7 秒，超出接受標準 12~15/50~60/50~60 秒，經重新調整再測試結果為 14.6/57.5 及 58.0 秒，符合接受標準。

3.分析：

以上各項發現，如運轉人員於測試執行前疏忽相關消防規定，或因打勾動作而可能影響確認電驛動作，或因前、背盤因距離較遠致傳達不甚清楚等均屬行政作業問題，另針對測試之動作時間延遲但經調整後再測試已可符合規定並未發現對於本項安全指標造成明顯之影響。

4.處置：

以上各項發現之缺失已即刻告知電廠相關部門並立即改進。

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 1、2 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 3 項視察發現，其中 2 項為緩和系統部分，包括偵測試驗紀錄不完整、流量指示器不穩定，軸承內部潤滑油脂乾涸，不符合程序書要求；1 項屏障完整部分，為等效劑量值及安全指標值不相同等問題。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：

(1) 96年第1季及第2季安全績效指標報告中，附表十三-2，2號機96年3月份的等效劑量值及安全指標值不相同，第1季報告中96年3月份的等效劑量值及安全指標值分別為：1.38E-05、5.11E-04，第2季報告中則為：0.0000144、5.33E-04。

(2) 96年3月24日 EDG-2A-A 引擎潤滑油循環泵，發生過載跳脫事件，柴油機 2A 宣佈不可用，經查肇因係軸承內部潤滑油脂乾涸，造成軸承內部滾珠移位，致發生軸承故障卡死，使得馬達過載跳脫。對於如何確保軸承內部存有適量之潤滑油脂，請電廠研擬檢查及補充措施，以防止上述事件發生，提昇系統之可靠度。

(3) 96年1月18日執行一號機 606.5.3 RCIC MOV 可用性測試，於值班日誌誤登為 606.5.2。96年1月4日執行二號機 606.5.3 RCIC MOV 可用性測試時，進入 LCO 時間未登入值班日誌。96年6月28日執行二號機 606.4.3 HPCI MOV 可用性測試，該打勾未打勾，不知是否已確認。

3.分析：

以上各項發現，如等效劑量值及安全指標值些微不相同問題及測試紀錄完整或 LCO 時間未登入值班日誌問題，皆為文件作業上之疏失，另，EDG-2A-A 引擎潤滑油

循環泵問題，為防止此事件再發生，電廠已經在相關程序書 729.1 修訂加註：「安裝新軸承時，須確認其內部有適量且潔淨的潤滑油脂」。另於 795.6 預防保養檢查程序書中，亦提醒維護人員於定期巡視時，如發現該泵有異常的噪音或震動即須報告主管安排適當時機予以檢查處理，不要等到泵已經故障再維修，故此項發現初判應不致會影響系統功能。本次視察未發現對於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，因多屬文件紀錄方面之微小疏失且數據之差異甚微，且於視察後會議時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

96 年第 3 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、96 年設備組件設計基準專案視察及安全績效指標確認等 6 項作業，此 6 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。其中設備配置查證及運轉人員再訓練無發現缺失，安全績效指標確認有 3 項發現，火災防護查證有 1 項發現及偵測試驗作業查證有 4 項發現，設備組件設計基準專案視察有 16 項發現，上述發現經評估結果，皆屬無安全顧慮之綠色燈號。

針對火災防護查證及設備組件設計基準專案視察等發現，針對可

以立即改善之項目，已請電廠立即改善；另外其他仍待電廠後續改進或澄清之項目，則將發注意改進事項或備忘錄，要求電廠進一步改進。

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
8. 原能會核管處 NRD-IP-111.21 「設備組件設計基準視察程序書」
9. 美國核管會視察手冊 71111.21 「Component Design Base Inspection」

附件

- 一、核一廠 96 年度第 3 季核安管制紅綠燈視察指標團隊視察計畫
- 二、96 年設備組件設計基準專案視察計畫
- 三、視察備忘錄（編號：96-會核-CS-015、019）及注改事項
(AN-CS-96-012)

核一廠 96 年度第 3 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 96 年第 1 及 2 季之安全績效指標（PI）執行全面性之查證。

二、視察人員：姜文騰、劉允平、陳永泰

三、視察時程：

（一）時間：96 年 9 月 27、28、29 日。

（二）視察後會議：96 年 9 月 29 日下午 02:00（視需要召開）。

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，視察後會議視視察結果決定是否召開。

（二）請核一廠先行準備視察所需之相關文件（96 年第 1 及 2 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

（三）請核一廠惠予安排本次視察相關文書作業，並請指派專人負責本次視察期間之聯繫事宜。

（四）本會連絡人及電話：姜文騰（02）2232-2161

96 年設備組件設計基準專案視察計畫

一、視察目的

設備組件設計基準視察（簡稱 CDBI）主要目的為驗證初始設計及其後修改案之改善情形。

當電廠運轉多年後，因設計修改案等原因，而使其設計基礎有所改變，其重要之設計特性可能因此而改變，甚至喪失其功能。本視察之目的為查證篩選出之風險顯著設備組件已確實執行其設計基準之要求，而其運轉程序書及運轉員之操作程序亦符合設計基準及持照基準之要求，並查證所篩選之設備組件有能力完成其所應有之功能。

二、視察人員

(一)領隊：徐明德副處長

(二)副領隊：各視察廠科長

(三)成員：

原能會：顏志勳、孟祥明、高 斌、臧逸群、王惠民、郭獻
棠、黃偉平

核能研究所：趙椿長、吳景輝

三、視察時間

核一廠：96 年 8 月 13 至 17 日

核二廠：96 年 7 月 23 至 27 日

核三廠：96 年 9 月 3 至 7 日

四、視察系統與項目

(一)本次視察選取以下系統列為查證重點：

1.核一廠：RCIC 及 CSCW 系統

2.核二廠：RHR 系統 EChW 系統及 NChW 系統

3.核三廠：AFW 系統及 125VDC

(二)視察項目包括：

- 1.選取系統組件之設計基準及執照基準審查
- 2.選取系統組件歷年來電廠修改案之審查
- 3.選取系統組件之安全度評估、可靠度審查及現場查核
- 4.近 5 年重要運轉事件運轉員操作及處理過程之審查

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，請各核電廠針對選取系統組件近年來維護情形及其修改案進行簡報。

(三)請核一、二、三廠於視察前，備妥選取系統組件之下列資料：

- 1.歷年來 DCR 改善案之清單
- 2.近四年來完整維護紀錄。
- 3.相關計算書。
- 4.完整之改善措施文件。
- 5.電氣單線圖、管路圖及儀控圖 (P&ID)。
- 6.選取系統組件相關之可用性評估資料。
- 7.運轉員暫時性措施之評估資料。
- 8.系統設備暫時性修改措施。
- 9.近三年之設備效能 (例如：泵之效能應包括營運期間測試紀錄、振動監測紀錄、潤滑油取樣結果等)。
- 10.系統檢查報告、系統描述、設計基準文件及廠商操作手冊。
- 11.近三年該系統組件之操作經驗評估。
- 12.選取系統之緊急操作程序書、正常或異常程序書及警報因應程序書。

13.近二年工程方面或運轉方面與選取系統組件有關之稽查報告。

14.安排選取系統之現場巡視。

(四)除以上資料外，亦請準備下列資料，供視察團隊參考

1.新版終期安全分析報告、運轉規範。

2.PRA 分析報告。

3.近 5 年重要運轉事件

(五)聯絡人及電話：黃偉平(02)2232-2114 電郵：

wphuang@aec.gov.tw

核能電廠視察備忘錄

編號	CS-會核-96-15-0	日期	96年9月10日
廠別	核能一廠	相關單位	駐核一廠安全小組
<p>事由：請就本會駐廠視察所發現之問題提出說明。</p> <p>說明：</p> <p style="padding-left: 40px;">本會視察員於本年8月執行駐廠視察時，發現有下列問題需進一步說明：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 2號機反應器廠房西北角屋頂有滲雨水現象，請澄清是否影響樓板結構強度。 2. 反應器廠房 HPCI/RHR/TORUS 區域洩漏偵測系統之進出口溫差指示有部分為負值，請電廠說明並檢討現有儀器裝設位置及設計是否恰當。 3. RHR 泵室區域內有取自 HPCI 之蒸汽管路，目前以盲板封住。雖然該區域設有溫度儀器，但初步了解該儀器為非安全等級，亦未比照 HPCI/RCIC 區域溫度儀器將之列入運轉規範管制，請檢討該區域蒸汽管路洩漏偵測設計之適切性，及是否應將偵測儀器列入運轉規範管制。 4. 反應器廠房 CORNER ROOM 至 TORUS 外部區域防水門大部分水密情形不佳，請電廠 (1) 清查兩部機其他防水門是否有類似問題，並說明其功能及改善措施；(2) 說明該門改善前對系統安全功能之影響，包括對水災 PRA 分析之影響。 5. AHU-15 所增設之凍水管路其底部並無橫向固定支架，請澄清此管路之設計是否已將該管路若發生晃動，對其旁 CSCW 管路之可能影響納入考量，並適切回饋於其耐震要求。 6. 防火視察時發現 2 號機 RCIC 泵室區域之 1 只滅火器壓力指示超出正常壓力甚多，但檢查表未記載異常以進一步處理，且所載檢查日期錯誤，請檢討改善。 			
承辦人：何恭旻		電話：02-22322162	

核能電廠視察備忘錄

編號	CS-會核-96-19-0	日期	96年11月05日
廠別	核一廠	相關單位	駐核一廠安全小組
<p>事由：依據本會96年8月13~17日設備組件設計基準專案視察結果，詳如說明。</p> <p>說明：</p> <p>一、1994年，重新計算 CSCW，評估在 7 種運轉模式下，CSCW 流量需求、CSCW 溫度上升對設備的衝擊等。查核 normal condition 下之 CSCW 流量，原設計需求為 7664GPM，但藉由降低 spent fuel pool Hx 和 radwaste concentrated condenser 流量，以達到 pump 額定流量 7500GPM，顯示 CSCW 流量已無餘裕可用，且該份報告計算結果，在 normal condition 和 emergency condition 下，CSCW 已達到額定流量，該報告建議電廠不應再增加 CSCW 負荷。對此電廠新增設備時，應審慎考量 CSCW 流量是否足夠。</p> <p>二、控制室中 CSCW 盤面儀表 ESW PP A/B FLOW 與訓練中心模擬器所採顯示不一致乙節，請電廠辦理相關訓練時，宜特別提醒學員此差異。</p> <p>三、有關運轉操作經驗回饋部份，建議未來之運轉操作經驗回饋資料，可依系統分類，集中整理，以便搜尋。</p>			
承辦人：孟祥明		電話：2232-2166	

核能電廠注意改進事項

編號	AN-CS-96-012	日期	96年11月05日
廠別	核一廠	承辦人	孟祥明 2232-2166
事由	<p>由：依據本會 96 年 8 月 13~17 日設備組件設計基準專案視察結果，詳如說明。</p>		
內容	<p>內容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 一、 RCIC 系統現場所使用之吊車，電廠未能提出原耐震設計文件，且發現其吊勾部份無舌片裝置，鏈條部份亦未固定，可能在發生地震時撞擊週遭設備，請電廠應予澄清及改善。 二、 本會查證 DCR C1/2759 (CSCW SURGE TANK OVERFLOW 管改換至海水 SUMP) 時，發現 CSCW SURGE TANK 現場附近放置數具除污設備均未固定，為防止發生地震時滾動衝撞附近之管路或設備 (當地尚有 SBLC 系統設備)，請改善。 三、 核一廠未建立運轉期間重要設備故障之分析利用，目前尚缺作業程序管理機制，請及早建立程序書。 四、 請修單編號 OB2-9402 對結案審核程序不夠嚴謹，請改善。 五、 請修單 OA1-950006 執行檢修使用修復品時，未建立相關之管制程序，請改善。 六、 RCIC ROOM 電氣開關箱防水填封密合不良及缺蓋子，易受到消防水噴灑時之影響，請予以改善。 七、 RCIC 泵室溫度為 45°C，高於 FSAR 計算書中所引用之 35°C，將影響 RCIC 之設計基準，請設法改善 RCIC ROOM 室內溫度。 八、 94 年 1 月 18 日修定之程序書 765.7，其中有關執行週期為每大修執行一次，與 DCR 2759 核一廠儀控組意見不符，請說明。 		

核能電廠注意改進事項(續頁)

- 九、依 FSAR 5.5.6.3 RCIC 在起動後 30 秒內要能傳送其設計流量 (425GPM); 經查運轉規範 (SR 3.5.3.4) 要求之測試流量為 $\geq 400\text{GPM}$ (25.2LPS), 未達設計流量 (425GPM) 之標準, 另現有測試程序書(606.5.1 及 606.5.6), 其接受標準均未作此要求。請確認現行測試結果能符合 FSAR 5.5.6.3 設計基準之要求。
- 十、FSAR 5.5.6.3 說明, 警報在閘門(隔離閘)開啟時賦能以指示 RCIC 真空破壞管線任一之操作疏失。經查機組在正常運轉時真空破壞閘均置開啟未全開才会有警報, 故其敘述與實際運作有不一致之處。請進一步確認問題所在。
- 十一、DCR-544 為遙控停機盤(ASP)之設備修改案, 其中電源供應及通訊之電源配置使用上具合理性, 但 FSAR 內容僅提使用時機, 盤面電源配置並無描述, 請予以補充。
- 十二、使用遙控停機盤的時機如是 4.16KV SWGR 室 Div II 發生火災, 電話線的路徑由室內上方之穿越管至上述兩區域, 當需連繫時, 電話有已斷線之可能, 建議電話迴路作部份調整, 以確保遙控停機系統操作之合理性。另 DCR544 所施作之專用電話總機已移除, 新線路似無成立新 DCR 或針對前次 DCR 內容的更改進行評估, 使原考量的防火區隔已不存在, 相關圖面亦未修正, 請電廠再澄清。
- 十三、有關 RCIC ASP 部份 DC 電源來源已變更, 但 P&ID 圖未修正, 請予以補正。

參考資料：