

# 核二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

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 壹、電廠本季運轉狀況簡述 .....            | 1  |
| 貳、反應器安全基石視察 .....             | 2  |
| 一、R04 設備配置查證 .....            | 2  |
| 二、R05 火災防護 .....              | 4  |
| 三、R07 熱沈效能 .....              | 5  |
| 四、R11 運轉人員再訓練 .....           | 13 |
| 五、R13 維護風險評估及緊急工作控管作業查證 ..... | 14 |
| 六、R19 維護後測試作業查證 .....         | 15 |
| 七、R22 偵測試驗作業 .....            | 16 |
| 參、其他基礎視察 .....                | 18 |
| 一、OA1 安全績效指標視察 .....          | 18 |
| 二、OA2 問題發現及解決機制查證 .....       | 21 |
| 肆、結論與建議 .....                 | 23 |
| 參考資料 .....                    | 24 |

### 附件

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 附件一 96 年度第 1 季核能二廠核安管制紅綠燈視察計畫 ..... | 25 |
| 附件二 注意改進事項（編號：AN-KS-96-003） .....   | 28 |
| 附件三 注意改進事項（編號：AN-KS-96-004） .....   | 29 |
| 附件四 注意改進事項（編號：AN-KS-96-006） .....   | 30 |
| 附件五 注意改進事項（編號：AN-KS-96-007） .....   | 31 |

## 視 察 結 果 摘 要

本視察報告係於 96 年第 1 季，由本會視察員就反應器安全基石及其他基礎視察所執行核安管制紅綠燈視察之查證結果，本項視察包含專案視察及各駐廠視察員於駐廠期間，依所排定之項目所進行之視察。

專案視察由 7 名視察員，於 96 年 3 月 12 至 3 月 16 日執行「熱沉效能及安全績效指標查証」(視察計畫如附件一)，視察內容主要針對電廠安全相關系統之最終熱沉系統，並利用電廠終期安全分析報告(FSAR)內有關最終熱沉能力與熱交換器容量之分析與假設，查證電廠現有之熱沉設備與熱交換器是否符合電廠終期安全分析報告之要求；另外對於安全績效指標則查證電廠相關安全績效指標項目是否符合 NEI 99-02 規定。

駐廠期間視察則涵蓋 12 週，由 5 名駐廠視察員執行，視察項目包括：設備配置、火災防護、人員再訓練、偵測試驗、問題發現及解決機制、維護後測試作業、維護風險評估及緊急工作控管作業等。設備配置查證部分選擇 1&2 號機備用硼液控制系統、1 號機氫氣再結合系統、1&2 號機緊急寒水機系統、1 號機氫氣再結合系統、1&2 號機反應器保護系統進行查核；火災防護查證部分就 1、2 號機輔助廠房、控制廠房 2 至 3 樓、程序書 617.5.2.1「消防噴水/噴灑及泡沫系統閥每月流程定位檢查」進行查證；運轉人員再訓練查證部分則就運轉人員進行課堂講解訓練、模擬器年度評估操作訓練與年度現場口試評估之執行情形進行查證；偵測試驗查證部分則就 1&2 號機各 10 項偵測試驗項目進行查證。相關視察發現根據本會「核能電廠核安管制紅綠燈視察指標判定作業程序」，依其發現內容進行對機組安全風險顯著性之量化評估，或另依據「核子設施違規事項及注意改進事項處理作業程序書」採取適當之處置措施。

設備配置查證結果有 2 件視察發現，係緊急寒水機運轉測試後潤滑油冷卻器冷卻水出口閥未依程序書恢復至全開，經風險分析工具 PRiSE 計算後初步判定仍屬無安全顧慮綠燈範圍，評估無安全顯著性，屬無安全顧慮之綠色燈號。

火災防護查證沒有發現缺失。

偵測試驗查證及運轉人員再訓練查證沒有發現缺失。

熱沉效能及安全績效指標查證共有 30 項發現，初步評估視察發現尚未嚴重影響系統功能及電廠運轉機制之運作，故評估結果，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 | <br>綠燈 | <br>綠燈 | <br>綠燈 |
| 2 號機 | <br>綠燈 | <br>綠燈 | <br>綠燈 |

# 報 告 本 文

## 壹、電廠本季運轉狀況簡述

### 1號機

本季 1 號機穩定運轉，除例行性降載執行測試或清洗主冷凝器水箱等作業外，2 月 13 日 09:10 因主汽機控制閥 TV-1 信號傳送卡不正常，機組降至 800MWe，暫時調整傳送卡的信號增益（gain）後，09:42 機組開始升載，12:30 機組達滿載。另於春節期間（2 月 17 日至 2 月 25 日）計畫性降載停機進行破損燃料更換與廢氣系統活性炭床阻塞檢修，機組於 2 月 14 日 16:42 開始降載，2 月 15 日 09:00 達冷爐停機模式（Cold S/D），相關檢修工作完成後，2 月 23 日 23：38 機組抽棒起動，2 月 24 日 22：17 機組併聯，2 月 28 日 22：28 機組滿載。

### 2號機

本季 2 號機穩定連續運轉，除例行性降載執行測試或清洗主冷凝器水箱等作業外，另於春節期間（2 月 17 日至 2 月 25 日）機組分別於 2 月 17 日及 2 月 24 日例行性降載執行控制棒可用性測試及主汽機閥測試，3 月 5 日 09:08 RHR C 掛卡正式開始執行線上維修，依運轉規範 16.3.8.1.1 進入限制條件運轉 LCO（Limiting Condition for Operation）允許運轉 31 天，另依「核能電廠執行線上維修案實施要點」三、（二）節的規定，可以用來進行線上維修的時間為 18 天（允許運轉天數×60%），機組於 3 月 12 日 20:57 完成維修及測試項目離開 LCO，系統恢復可用。3 月 29 日機組開始週期末降載運轉（Coast down），4 月 13 日 17：59 開始降載，4 月 14 日 01：31 機組解聯進行大修。

## 貳、反應器安全基石視察

### 一、R04 設備配置查證

#### (一) 視察範圍

本項視察係參考美國核管會視察手冊 71111.04 「設備配置 (Equipment Alignment)」之內容進行查核。查核重點包括查核閥門排列相關程序書與圖面內容之正確性與適切性，並至主控制室與現場實地查對閥位排列、閥門標示狀況、管路支架之完整性，以及是否有異常洩漏等。

本季查證內容涵蓋「肇始事件」與「救援系統」2 項基石，包括：

- 1、1&2 號機反應器保護系統 (RPS)、1 號機緊急循環水系統 (ECW) 查證。
- 2、1&2 號機緊急寒水機系統 (ECHW) 控制廠房 1 樓、輔機廠房 1 樓現場管路、閥牌核對及閥門狀況查證。
- 3、1 號氫氣再結合系統控制室盤面狀況和現場閥門排列配置查證。
- 4、1&2 號機備用硼液系統 (SBLC) 現場管路支架狀況及閥門位置及排列查證。

#### (二) 視察發現

##### 1、簡介

本項視察共有 2 項發現，初步評估視察發現尚未影響系統功能，評估結果屬無安全顧慮之綠色燈號。

## 2、說明

(1) 1 月 9 日下午執行 1&2 號機備用硼液系統 (SBLC) 設備配置現場巡視時，發現 1 號機 7 樓雙重氣鎖門，因包商工作人員進入致內側氣鎖門沒有關好，造成外側氣鎖門打不開，必須繞道至 2F 雙重氣鎖門才能進入。後來到 2 號機時，7 樓雙重氣鎖門同樣因保健物理及包商工作人員在 7 樓工作，為求方便而把內側氣鎖門打開，造成外側氣鎖門打不開。

(2) 2 月 01 日控制廠房 1 樓查核二號機 A、B 緊急寒水機系統，查證現場管路、儀表指示及閥位狀態，發現緊急寒水機潤滑油冷卻器冷卻水出口閥 292DGB01 未至全開，研判緊急寒水機運轉測試時因無負載，潤滑油冷卻器冷卻水出口閥全開溫度會偏低，測試時將開度關小，測試後未恢復至全開，上次測試時間是 95 年 12 月 29 日，距離視察時間有 34 日，此現象對緊急寒水機可用性無立即性影響，不會影響緊急寒水機起動，但會影響潤滑油之溫度，使冷卻潤滑油之能力降低，寒水機全負載時，潤滑油溫度可能會升高，會間接影響軸承溫度，當軸承溫度過高時緊急寒水機會跳脫。

## 3、分析

(1) 7 樓雙重氣鎖門打不開情形，若是遇到緊急情況需要進入現場進行人員搶救，或設備操作搶修時，必須繞道至 2 樓

雙重氣鎖門才能進入，恐會造成時效上延遲，但不影響圍阻體完整性，故初步判斷不致影響系統之功能，屬無安全顯著性之視察發現。

(2) 當緊急寒水機軸承溫度過高時(170°F)緊急寒水機會跳脫，經使用 PRiSE 以較保守方式分析，將運轉後之故障機率雖提升 1000 倍，但仍屬綠燈範圍。這項績效缺失是因測試後未依程序書復原，經風險分析工具 PRiSE 計算後初步判定對系統安全性並無影響，屬無安全顧慮之綠色燈號。

#### 4、處置

針對可以立即改善之項目，已請電廠立即改善；設備配置查證所發現問題，已發注意改進事項（編號：AN-KS-96-003；AN-KS-96-004），請電廠檢討改善。

## 二、R05 火災防護

### （一）視察範圍

本項視察係參考美國核管會視察手冊 71111.05AQ「火災防護（Fire Protection）」之內容及核二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。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，以及設施檢查狀況查證，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」與「屏障完整」3 項基石，包括：

1、查證 1&2 號機控制廠房 2&3 樓之消防設備佈置與設備狀況。

2、查證程序書 617.5.2.1「消防噴水/噴灑及泡沫系統閥每月流程定位檢查」測試結果。

(二) 視察發現：無安全顯著性之視察發現。

### **三、R07 熱沉效能**

(一) 視察範圍：

核能電廠最終熱沉系統主要功能是於機組發生事故時，能將機組安全停機設備運轉所產生之熱量與反應爐心停機後剩餘之餘熱，利用海水作為最終熱沉將熱量帶走，因此是十分重要之設備。此次核二廠核安管制紅綠燈視察，選定緊急循環水系統（ECW）與其相關之餘熱移除系統（RHR）熱交換器、緊急柴油發電機（EDG）護套熱交換器、爐心高壓噴灑系統（HPCS）泵室熱交換器作為視察對象，因為餘熱移除系統熱交換器具有將爐心餘熱移除之功能，而緊急柴油發電機護套熱交換器則負責將緊急柴油發電機運轉所產生之熱量帶走，爐心高壓噴灑泵負責將冷卻水注入爐心，其運轉時所產生之熱量需靠爐心高壓噴灑系統泵室熱交換器帶走，前述之各項熱源最後均需依靠緊急循環水系統作為最終熱沉，因此前述三個系統對於核能電廠而言是很重要之安全系統。本項專案視察係參考美國核管會 GL 89-13「SERVICE WATER SYSTEM PROBLEM AFFECTING SAFETY RELATED EQUIPMENT」、視察手冊 71152「問題的發現與解決（Identification and Resolution of Problems）」及視察手冊 IP71111.07「熱沉能力（Heat Sink Performance）」、EPRI NP-7552「熱交換器能力監測導則（Heat Exchanger Performance Monitoring Guideline）」之內容及核二廠相關程序書之規定進行查核。

本次視察主要針對電廠安全相關系統之最終熱沉系統，並利用電廠終期安全分析報告（FSAR）內有關最終熱沉能力與熱交換器容量之分析與假設，查證電廠現有之熱沉設備與熱交換器是否符合電廠終期安全分析報告之要求，以及電廠是否有適當之防護機制與程序書等進行查核。此次視察亦查證電廠設備設計修改案（DCR），是否影響安全熱沉系統功能。在人員訓練成效與應變能力方面，則以電廠相關訓練教材與程序書來評估運轉員是否有能力處置。本項視察範圍涵蓋「肇始事件」、「救援系統」、「屏障完整性」三項安全基石。

本次專案視察係利用 GL 89-13 建議採取之 5 項措施，依序分組進行視察：

- 1、緊急海水系統防止生物聚集查證：針對核二廠緊急海水系統之沉砂池、取水池、緊急循環水泵室進行現場巡視，以實地瞭解生物聚集情況，並查證電廠有無防止生物聚集與附著之管制機制。
- 2、緊急循環水系統熱交換器熱傳性能查證：查證項目包含（1）查證 FSAR 9.2、5.4.6 RHR 系統與設計文件一致性；（2）查證 92 年緊急循環水熱交換器海水側流量相對冷卻能力評估報告；（3）查證 RHR 熱交換器維護及流量測試；（4）查證 92 年編號 M61.2006 工程設計計算書；（5）查證柴油發電機 DIV I/II 護套冷卻水熱交換器測試條件、測試方法、及維護工作紀錄；（6）查證爐心高壓噴灑泵室及開關室冷卻單元測試條件及方法。
- 3、緊急循環水管路及組件定期檢查及維護計畫查證：本項視察主要查證（1）緊急循環水管路檢查紀錄；（2）緊急循環水系統近一年之請修單紀錄；（3）緊急循環水泵功能偵測試驗紀錄；（4）現場巡視緊急循環水管路維護情形。

- 4、緊急循環水系統執照基準符合性查證：本項視察主要查證項目為（1）現場查證緊急循環水系統相關管閥、支柱、結構是否完整；（2）查證取水池水位符合運轉規範 16.3/4.7.1.1 規定狀況；（3）利用程序書 1103.01「電廠設計修改管制」，查證近年緊急循環水系統設備設計修改案，是否影響其原設計功能；（4）查證近年沉砂池與取水池抽砂紀錄。
- 5、緊急循環水系統運轉、緊急操作程序、及訓練查證：此項查證主要包括（1）依程序書 616.16 遙控停機盤查證相關系統閥位、設備符合程序書狀況；（2）查證緊急循環水系統之管閥佈置圖（P&ID）之正確性；（3）查證遙控停機盤現場環境；（4）查證 94 年持照人員在職訓練有關冷卻水系統訓練紀錄；（5）查證緊急循環水系統之管路防止水錘方式，是否適當。

## （二）視察發現：

### 1、簡介：

本項視察共有 23 項發現，初步評估視察發現未明顯影響系統功能，故評估結果，屬無安全顧慮之綠色燈號。

### 2、說明：

- （1）實地查證與緊急循環水系統連接並負責維持管路充水之生水系統，因生水系統有添加次氯酸鈉，可防制生物附著，因此並未發現有生物聚積之現象。
- （2）經查證確認核二廠取水池經由暗渠連通沉砂池，沉砂池外圍有消波塊圍繞，外海海水再透過消波塊流入沉砂池，因此沉砂池海水十分乾淨而且無雜物，雖然取水池海水來自外海但

可能因水池維持靜水狀態，而不利海洋生物生長，因此經實際查證取水池狀況後，並未發現取水池有海生物附著問題。

- (3) 經查證現有之緊急循環水系統並未執行微生物控制與管制，雖然未見海洋生物阻塞熱交換器現象，但使用 ECW 系統海水之 HPCS 開關室的冷卻單元(Cooler Unit)已發生微生物腐蝕問題，同時 HPCS 泵室之冷卻單元亦有類似現象，電廠已於前次大修更換。因新購冷卻單元之材質仍為 304L，建議電廠於採購時應考慮較耐腐蝕之材質，並應定期檢查此 2 組冷卻單元狀況。
- (4) 抽查 1、2 號機 RHR 熱交換器相關儀器校正、流量測試等，未發現異常情形。
- (5) 目前核二廠 RHR 熱交換器管側雖已排定進行管路內部清潔，但僅限於直管部位，建議電廠將 U 型部位列入清潔範圍內，並研擬適當之清潔方式及週期。
- (6) 程序書 722.3 規定 RHR 熱交換器管側每 6 次大修執行渦電流檢測(ECT)，建議電廠應依先前檢測結果，評估再檢測週期。
- (7) 92 年 ECW 熱交換器海水側流量冷卻能力評估，係依原設計規範推估海水流量需求，但隨機組長期運轉，污垢、塞管、材質等因素變化，其引用計算參數，例如：污垢、熱傳導率 (Heat Transfer Rate) 等可能與原設計規範已有所不同，建議電廠應對風險顯著的熱交換器執行熱傳能力測試驗證，並推估極限條件(Limiting Condition)下仍能符合設計要求，且訂定後續驗證週期。

- (8) 參考原廠家文件 GEK-75586 之說明，應確認 RHR 熱交換器殼側法蘭和海水側法蘭 (Channel Flange) 結合螺栓是否有鬆弛現象或結合面洩漏情形，但並沒有任何紀錄或文件可供查證，電廠應檢討改進。
- (9) 電廠人員配合每月柴油發電機測試時機，記錄護套冷卻器海水進口水溫及海水進出口差壓。相關測試紀錄資料已留存並建立趨勢分析表，但只包含淡水側，尚欠缺海水側，建議電廠進行完整之熱交換器趨勢分析。
- (10) 緊急柴油發電機護套水冷卻器 1 號機已於 EOC-18 大修期間第一次執行渦電流檢測，2 號機計畫於 EOC-18 大修期間同樣執行檢測，電廠計畫依檢測結果規劃未來檢測週期。
- (11) GL 89-13 建議熱交換器應監視並記錄各運轉模式下之冷卻水流量及進口水溫，以驗證流量及差溫符合設計限值。經查電廠執行 EDG 護套水冷卻器相關量測，其 EDG 護套水冷卻器溫差值係由熱平衡之內插法算出，在海水流量 800 GPM 時可接受差溫值為  $17.75^{\circ}\text{C}$ ，而海水流量 3000 GPM 時，可接受差溫應降為  $4.73^{\circ}\text{C}$ ，以模擬實際測試狀態要求，已請電廠評估依測試條件下之海水流量修改可接受差溫。
- (12) 核二廠 EDG 護套水冷卻器流量係以其海水進出口差壓替代，換算方式係由冷卻水資料表 (Cooler Data Sheet) 而來，該資料表中差壓 5.2psi 對應流量為 800 GPM。但依 1 號機 95 年 03 月執执行程序書 617.1.1「緊急循環水系統」測試結果得知 DIV I ECW 流量為 8900GPM，其中緊急冷凍水冷凝器 (Emergency Chiller Cooler Condenser) 海水流量為 760

GPM，RHR 系統海水流量 6592.7 GPM，由此可算出 EDG 護套水冷卻器海水流量實際應為 1547.3 GPM，較由壓差換算之流量 1870.9 GPM 誤差 21%。

(13) EDG 護套水冷卻器測試狀態與設計狀態之差異為測試海水流量較 EDG 護套水冷卻器設計值高出許多，95 年 10 月 1 號機 DIV I EDG 測試紀錄之海水流量實際約為 3000 GPM，但由壓差換算結果為 2403 GPM，低估約 20%，顯示電廠利用壓差與海水流量之換算，並未考量設計狀態與測試狀態之差異，待檢討改進。

(14) 程序書 617.6.1 與 617.6.2 分別為 HPCS 泵室及 HPCS 開關室緊急冷卻系統運轉能力測試，其中有關通風冷卻單元功能測試部分，電廠係在室溫且無負載下所得之測試數據並不夠保守，電廠應採用更適當之測試方法或更適當之接受值，同時電廠亦未針對冷卻器測試紀錄執行趨勢分析，建議電廠參考 EPRI NP-7552，選取適當的方法進行評估分析。

(15) 依程序書 617.1.1-IST 附件「二號機緊急循環水系統之支援冷卻相關系統定期測試報告」及「緊急循環水泵功能測試記錄表」中，在 RHR 熱交換器未使用時，訂有泵 2P-4A 及 2P-4B 之流量參考值各為 4100GPM、3600GPM，但未訂定 RHR 熱交換器使用時之 ECW 流量；然自 95 年 10 月至今之實際測試流量，電廠 2P-4A 及 2P-4B 均約在 3300～3700GPM，比參考流量低甚多（程序書接受值只需約 1541GPM），但實測之差壓值卻符合程序書所列之差壓接受範圍，因此 ECW 泵差壓與流量之關係及該程序書所訂

之泵差壓接受範圍與警戒範圍是否合理，尚待電廠澄清。  
另電廠未針對使用 RHR 熱交換器使用時，訂定 ECW 泵流量之接受範圍及警戒範圍，建議電廠增訂以便評估 ECW 泵的效能。

- (16) 電廠將在今年完成所有 ECW 管路薄化檢查，惟因部分管路於檢查後仍發生砂孔洩漏的情形，電廠已承諾於今年底前提出換管計畫。
- (17) RHR 進口端海水管路已更新，惟因 96 年 2 月發生海水側進口閘閥座內漏，電廠承諾利用今年 2 次大修將相關管閘內襯之橡皮全部更新，至於是否改用不鏽鋼閘則將再評估。
- (18) 程序書 1103.01 中，有關 DCR 機械設計修改查核表，電廠未對熱沉之容量作分析並考量餘裕。但經查證現行緊急冷凍水系統 (EChW) 從未增加新設備，因此其負載能力仍符合 92 年之再分析計算結果。電廠已承諾於程序書 1103.01 中增加有關安全系統熱沉之容量分析。
- (19) 運轉規範要求驗證 ECW 取水池水位應高於-4 呎，現場視察結果為-2 呎，符合規定。另電廠每 3 次大修執行 1 次沈砂池抽砂作業及每 12 個月派潛水夫執行一次水下檢查，應可確保最終熱沈容量與取水池結構安全之要求。
- (20) 現場巡視發現 2 號機迴轉攔污柵隔離閘支撐板有生鏽現象，另外，緊急循環水泵室 1、2 號機之 HPCS 廠用海水泵迴轉攔污柵支撐混凝土，因受海鹽侵蝕致鋼筋膨脹而裂開，電廠應檢討改進並注意結構安全。

(21) 緊急循環水泵室之地下層未分別標示 1、2 號機，為避免為工作人員操作錯誤，建議電廠標明。

(22) 查證遙控停機盤所處環境之照明及電源係使用緊要電源可靠度高，其現場操作溫度亦屬適當，另程序書所列之閥位狀態與操作所需之設備，經查均符合規定。

(23) 查證 94 年有關電廠冷卻水系統訓練教材，內容已包含 ECW 部分，相關操作程序書亦涵蓋 ECW 系統緊急操作。惟有關 126 JB-004 虹吸破除閥，經查證電廠值班人員對其開啟時機，並不十分清楚，相關程序書亦未述明，因此已請電廠將該閥開啟時機納入程序書，並加強運轉人員訓練。

### 3、分析：

以下針對有缺失之視察發現，分析其安全顯著性（safety significance）：

第 8 項發現係電廠並沒有任何紀錄或文件，以證明其依原廠家文件 GEK-75586 之說明，確認 RHR 熱交換器殼側法蘭和海水側法蘭（channel flange）結合螺栓是否有鬆弛現象或結合面洩漏情形，但電廠日常巡視相關設備時應已能確認其是否有洩漏狀況，故初步判定不影響 RHR 熱交換器之安全功能。

第 11 項發現係海水流量 3000 GPM 時所進行之測試可接受差溫應降為  $4.73^{\circ}\text{C}$ ，目前依測試紀錄抽查均符合前述小於  $4.73^{\circ}\text{C}$  之要求，故應未有熱交換器能力下降疑慮。

第 12 項發現因 ECW 系統目前提供至下游 EDG 護套水冷卻器負載流量，仍較 EDG 護套水冷卻器設計流量高，且尚有充分餘裕，故判斷不致影響機組安全。

第 14 項發現係 HPCS 泵室及 HPCS 開關室緊急冷卻系統之通風冷卻單元功能測試部分，僅在室溫及無負載的情況下執行，但因其目前流量遠大於設計流量高，有充分餘裕，故判斷不致影響機組安全。

第 15 項發現係依據 ECW 廠家計算書之設計數據，當未使用 RHR 熱交換器時，DIV I&II 之 ECW 流量應在 1541GPM 以上，電廠實際測試流量雖比參考流量低，但均高於廠家設計之最低流量，故初步判定不影響 ECW 之安全功能。

第 20 項發現係緊急循環水泵室 1、2 號機之 HPCS 廠用海水泵迴轉攔污柵支撐混凝土，因受海鹽侵蝕致鋼筋膨脹而裂開，雖然若發生混凝土脫落時，可能會影響迴轉攔污柵之功能，但因取水池十分乾淨且幾乎無雜物，加上取水口深度足夠，因此尚不致影響 ECW 系統取水功能。

#### 4、處置：

綜合而言，有關熱沉效能之各項視察發現，均無安全顯著性（無安全顧慮），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，則發注意改進事項（編號：AN-KS-96-007），請電廠進一步改進。

### 四、R11 運轉人員再訓練

#### （一）視察範圍

本項視察係參考美國核管會視察手冊 71111.11「執照人員資格再鑑定計畫 (Licensed Operator Requalification Program)」之內容，視察運轉人員年度在職訓練執行情形，查核重點為執照人員事故模擬器操作與課堂訓練、非執照人員訓練、以及訓練教材、上課情形與訓練績效查證等。本季查證內容涵蓋「肇始事件」與「救援系統」2 項基石，包括：

- 1、查核「飼水加氫系統 LOAD CENTER 原理與操作」課堂訓練講解情形。
- 2、「火災發生時之應變」課堂訓練講解情形。
- 3、查核「小幅度功率提升」課堂訓練講解情形。
- 4、查核「由加熱功率階至發電機併聯及異常功能」模擬器演練訓練。
- 5、查核「核電廠化學」課堂訓練講解情形。
- 6、查核「流程輻射偵測系統」課堂訓練講解情形。
- 7、查核「燃料挪移填換自動控制系統介紹及重要經驗回饋」課堂講解情形。
- 8、現場查核「燃料挪移填換現場操作」執行情形查證。

(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作業**

### （一）視察範圍：

依據 IP-71111.13 維護風險評估及緊急工作控管作業程序書，視察二號機救援系統 RHR C，3 月 5 日 09:08 RHR C 掛卡正式開始執行線上維修。

### （二）視察發現

3 月 5 日 09:08 RHR C 掛卡，依運轉規範 16.3.8.1.1 進入 LCO，允許運轉 31 天，另依「核能電廠執行線上維修案實施要點」三、(二)節的規定，可以用來進行線上維修的時間為 18 天(允許運轉天數×60%)，於 3 月 12 日 20:57 完成維修及測試項目離開 LCO，系統恢復可用，歷時 8 天 11 小時 49 分鐘，符合規定。另 RHR-C 線上維修期間，查證線上維修之掛卡作業、隔離邊界、以及至現場抽查斷路器掛卡情形，結果未發現有異常情形。視察發現初步判定：無安全顧慮（綠燈）

## 三、R19 維護後測試作業查證

### （一）視察範圍

本次視察主要參考美國核管會視察程序書 IP 71111.19「POST-MAINTENANCE TESTING」，針對電廠機組維護後測試作業程序和測試作業是否能適當地證實系統之可用性和功能正常，本次視察選定「救援系統」1 項基石，包括：

1、1 號機 DIV II 備用柴油發電機控制盤面指示燈號顯示有誤進行查證。

2、視察方式：現場查證與問題討論。

## （二）視察發現

2月12日 09:30 電廠執行1號機DIV II 備用柴油發電機運轉性能測試，09:31 柴油發電機起動後，主控制室控制盤面上電壓指示正常，但紅燈（Start）不亮，綠燈（Stop）不熄，琥珀燈（Ready for Auto）瞬間熄又亮起，Ready for Load 燈有亮，指示燈號之顯示與柴油機運轉狀態不相符，且起動後達額定轉速和電壓的時間為9.6秒，較以往測試時長（以往測試約7秒左右）。09:32 值班人員停止柴油發電機運轉，依據運轉規範16.3.8.1.1 進入限制條件運轉 LCO，並以第5部柴油發電機取代DIV II 柴油發電機連接匯流排 1A4，且開立請修單 OE2-960043，請維修部門檢修。

柴油發電機停止運轉後，維修人員進行檢修時，發現柴油引擎第8汽缸放氣孔的旋塞有鬆動現象，重新旋緊，並執行相關維護後測試，包括柴油發電機檢查無異常，起動柴油發電機時汽缸放氣孔不再漏氣，驗證柴油發電機可正常起動，於12:00再執行備用柴油發電機運轉性能測試，並於13:32完成測試，符合運轉規範規定。

本次DIV II 柴油發電機測試異常後，電廠立即依據規定以第5部柴油發電機取代連接匯流排 1A4，並執行相關檢修維護作業與維護後執行相關測試，視察後發現無異常情形，初步判定無安全顧慮（綠燈）。

## 七、R22 偵測試驗作業

### （一）視察範圍

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，視察偵測試驗相關作業，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，查核之重點包括查證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. 氫氧再結合系統可用性測試
2. 平均功率偵測系統(APRM)運轉模式(RUN MODE)功能試驗和校正
3. 餘熱移除系統 (RHR) 抑壓池冷卻模式的流量率試驗
4. 備用硼液控制系統 (SBLC) 每個月可用測試
5. 第五台柴油發電機運轉性能測試
6. 高壓爐心噴灑 (HPCS) 柴油發電機運轉性能測試
7. 爐心隔離冷卻系統 (RCIC) 額定流量測試
8. 低壓注水電動閥可靠性測試 (LPCI)
9. 氫氣點火系統定期(6 個月)偵測試驗

## 10.DIV I 備用柴油發電機運轉性能測試（快速加載）

### 核二廠 2 號機

1. 高壓爐心噴灑系統柴油發電機運轉性能測試
2. 餘熱移除系統（RHR）抑壓池冷卻模式流量率試驗
3. DIV I 備用柴油發電機運轉性能測試
4. 控制廠房蓄電池室通風系統運轉性能測試
5. 第五台柴油發電機運轉性能測試
6. 平均功率偵測系統（APRM）運轉模式（RUN MODE）功能測試
7. 二次圍阻體隔離閥關閉試驗測試
8. 爐心隔離冷卻系統（RCIC）電動閥可用性測試
9. LPCIA 串額定流量測試
10. 緊急冷凍水系統三個月一次測試

（二）視察發現：無安全顯著性之視察發現。

## 參、其他基礎視察

### 一、OA1 安全績效指標確認

（一）視察範圍：

核能電廠安全績效指標（PI）的目的是以量化指標來顯示核電廠運轉安全狀況。依據「安全績效指標評鑑報告」，核二廠與反應器運

轉安全相關之 PI 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」3 項；救援系統之安全績效指標包括「高壓噴灑系統不可用率」、「反應爐爐心隔離冷卻系統（RCIC）不可用率」、「餘熱移除系統不可用率」、「緊急 AC 電源不可用率」及「安全系統功能失效」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」2 項。

本次視察內容主要係參考 NRC Inspection Procedure 71151「Performance Indicator Verification」及台電公司「核能電廠安全績效指標評鑑作業要點」Rev. 2&3，查證核二廠安全績效指標評鑑報告之正確性，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，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，包括 PI 承辦人、運轉值班主任、維護部門人員。

## （二）視察發現：

本項視察共有 7 項發現，初步評估視察發現未影響安全績效指標（PI）的正確性，相關視察發現說明如下：

- 1、各項 PI 計算之數據來源整理得相當完善，且考慮周詳，並利用電腦程式 Excel 建立工作表執行 PI 計算，計算公式亦正確符合相關規定，如 95 年 9 月 1 日 2 號機 ECW B 台泵維修時，值班日誌只登錄 ECW B 台泵不可用，進入 LCO，而未登錄 RHR B 串與 DIV II 柴油發電機不可用，然在 PI 計算時，有考慮 RHR B 串與緊急 AC 電源 DIV II 柴油發電機不可用時數，且皆有納入

指標值計算。另 95 年 3 月 2 日 1 號機 ECW A 台泵維修時，因 DIV I 柴油發電機大修由第五台柴油發電機代替，只需考慮 RHR A 串不可用時數，納入指標值計算。

- 2、從目前安全績效指標評鑑作業流程中，電廠完成評鑑報告後，確實依據作業要點送台電公司核安處與核發處進行複評，核安處駐廠安全小組就「反應器部份」之 PI 進行複評；核發處就「輻防部份」之 PI 進行複評，對 PI 正確性有正面助益；另電廠承辦單位發現某些指標值偏高時，會通知相關維護部門注意並檢討其肇因，對核安亦有正面助益。
- 3、1 號機反應爐冷卻水系統洩漏率 PI 計算時，因洩漏率小數點後有效數字與表中所附數據不同，導致指標值與直接由表中所附數據計算結果不盡相同，如 1 號機 95 年 12 月表中所附洩漏率為 1.30gpm，由此計算指標值應為 5.20，然表列指標值為 5.18，經承辦人澄清，於表列指標值中所附數據中洩漏率小數點後雖只列 2 位數字（1.30gpm），然 Excel 工作表計算指標值時，洩漏率採用 1.295 gpm，即小數點後有 3 位數字，導致指標值有些差異，建議表中所列之有效數字與實際 PI 計算時所採用的相同，以避免發生困擾。惟此問題與電廠系統功能無關，影響 PI 指標值有限。
- 4、2 號機 95 年春節期間停機開蓋更換破損燃料時，95 年 1 月 28 日 RHR 串被移除但有代替方法可移除餘熱，在安全績效指標計算時，RHR 不可用時數已納入計算，然在機組大修期間，同樣條件下 RHR 不可用時數卻未納入計算，已建議電廠應有一致計算基準。
- 5、95 年第四季起計畫性改進（planned evolution）及定期試驗在

15 分鐘以內，或定期試驗能迅速復原，且於程序書有復歸步驟，則該系統不可用時數可不納入 PI 計算，然定期試驗前執行之預防性維護 (PM) 尚未規範如何納入 PI 計算，建議類似「核能電廠安全績效指標評鑑作業要點」Rev. 3 對計畫性改進之規定執行，即對定期試驗前執行之 PM 的不可用時數若小於 15 分鐘，可不納入 PI 計算，若超過 15 分鐘，仍需納入 PI 計算。

6、目前核二廠 PM 時間並未登錄於值班日誌中，但有將時間納入計算，惟 PM 時數如何計算較為準確，尚無管控機制，建議電廠應建立 PM 時間的管控機制，並將不納入 PI 計算時數之 PM 項目，例如計畫性改進，均應列出清單，以供審查之參考。

7、核二廠將柴油發電機定期測試前所需執行之 PM，納入柴油發電機定期測試程序書內，依據台電公司「核能電廠安全績效指標評鑑作業要點」Rev. 3，若定期試驗能迅速復原，且於程序書有復歸步驟，則該系統不可用時數可不納入 PI 計算，然柴油發電機執行 PM 時，要先將柴油發電機置於維護模式，並執行起動前絕緣測試、試驗前放氣程序等，此時柴油發電機應為不可用，且時數可能超過 15 分鐘，然因所執行之 PM 為定期測試程序書的一部份，此段不可用時數就不納入計算。建議應檢討定期測試前所執行之 PM 納入定期測試程序書之適切性。

處置：

在安全績效指標部分，電廠基本上能夠依照相關作業要點執行，本次專案視察擬要求電廠改進及後續追蹤之項目，則發注意改進事項（編號：AN-KS-96-007），請電廠進一步改進。

## **二、OA2 問題發現、確認及解決機制查證**

## （一）視察範圍

本次視察主要參考美國核管會視察程序書 IP 71152 「IDENTIFICATION AND RESOLUTION OF PROBLEMS」，針對電廠最近對問題發現、確認與解決機制之建立及其實際運作之成效進行視察。視察項目為 3 月 2 日 2 號機緊急循環水 A 台（ECW-A）迴轉攔污柵（traveling screen）2F-67A 運轉中跳脫，經查證 2 號機緊急循環水迴轉攔污柵 2F-67A 於去年 12 月 29 日、今年 1 月 8 日和 3 月 2 日重複發生三次運轉中跳脫情形。

## （二）視察發現：

### 1、簡介：

3 月 2 日 09:10 2 號機執行 Div. I 柴油發電機偵測試驗時，緊急循環水 A 台（ECW-A）迴轉攔污柵 2F-67A 運轉中跳脫，電廠依 T.S. 16.3.7.1.1 宣佈 ECW-A 不可用；21:47 完成檢修及測試，離開 LCO，經分析此項發現屬無安全顧慮之綠色燈號。該台迴轉攔污柵也曾於去年 12 月 29 日和今年 1 月 8 日發生運轉中跳脫，至本次再度發生為止，保守假設這段時間該迴轉攔污柵不可用，經分析此項發現仍屬無安全顧慮之綠色燈號。

### 2、說明：

3 月 2 日 09:10 執行 Div. I 柴油發電機偵測試驗時，自動起動迴轉攔污柵 2F-67A，運轉 2~3 分鐘後因過電流跳脫，經電廠人員施加軸承潤滑油後，未能有效改善，電廠依 T.S. 16.3.7.1.1 宣佈 ECW-A 不可用，進入 LCO，經拆除軸承蓋板後，發現潤滑油路堵塞，潤滑不足造成軸承乾澀，導致 traveling screen

2F-67A 運轉中過電流跳脫，於 21:47 完成軸承檢修更換及 ECW-A 相關設備測試後，離開 LCO。

### 3、分析：

緊急循環水迴轉攔污柵之主要功能用來篩除緊急循環水中雜物，當該設備不可用再加上海水不乾淨，才會影響 ECW 系統的運轉，而電廠緊急循環水系統取水池係以消坡塊圍堵，泵進口處有固定攔污柵和迴轉攔污柵，可濾除垃圾和雜物，另於泵出口端也有細網再度過濾，且測試期間該 ECW 系統未有其他警報出現，可推估海水應為乾淨，但該迴轉攔污柵於去年 12 月 29 日和今年 1 月 8 日也曾發生運轉中跳脫，至本次再度發生，保守假設這段時間該設備不可用，經 PRiSE 分析結果呈現綠燈。另外，從 3 月 2 日 09:10 因設備檢修，宣佈 ECW-A 進入 LCO，至 21:47 完成軸承檢修及 ECW-A 相關設備測試後，離開 LCO，不可用時間約為 0.54 天，經 PRiSE 分析結果仍呈現綠燈。另抽查檢修後測試紀錄和改善措施，未發現異常情形。

### 4、處置：

雖迴轉攔污柵不可用經初步判定為無安全顧慮，但因該問題於三個月內重覆發生三次，因此本項仍發注意改進事項（AN-KS-96-006）要求電廠對該設備維護確實檢討改進。視察發現初步判定為無安全顧慮。

## 肆、結論與建議

本會視察員就反應器安全基石及其他基礎視察所執行核安管制紅綠燈視察之查證結果，共有 34 項發現，其餘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，已發注意改進事項（編號：AN-KS-96-003、AN-KS-96-004、AN-KS-96-006、AN-KS-96-007），請電廠檢討改善，本會亦將持續追蹤改善成效。

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. 美國核管會視察手冊 71111.04、71111.05AQ、71111.11、71111.22、  
71152、71151、71119、71113、71111.07
6. 核二廠相關程序書

附件一

## 96 年第 1 季核二廠核安管制紅綠燈專案視察計畫

### 一、視察人員：

(一) 領隊：趙衛武科長

(二) 視察人員：吳成吉、張維文、陳琬英、高斌、劉雄輝、宋清泉

### 二、視察時程：

(一) 時間：96 年 3 月 12 日至 16 日

(二) 視察前會議：96 年 3 月 12 日（星期一）上午 10 時正

(三) 視察後會議：96 年 3 月 16 日（星期二）下午 2 時正

### 三、視察項目：

(一) 熱沉效能查証。

(二) 安全績效指標查証。

### 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. 熱沉效能部分

(1)安全相關系統設備冷卻水系統(含緊急循環水系統與熱交換器/冷卻器、緊急寒水系統及外部循環水)現行監測、維護與運轉作業內容簡介(包括與 GL-89-13 建議措施符合性之自我評估與檢討,及是否採行 EPRI -7552 之熱交換器性能監測方法)。

(2)緊急循環水泵室及取水池之維護情形(包括泵室/取水池防波堤結構完整性、沈砂/雜物清除、防蝕、防止海生物生長)。

(3)以往曾發生之異常事件或系統設備異常情形與改善措施

成效評估、國內外運轉經驗回饋/重要 NCD/尚待解決或改善事項等之處理情形。

## 2. 安全績效指標部分

(1) 95 年安全績效指標報告。

(2) 96 年第 2 季起使用 PI 新版作業要點與現行之差異報告。

(二) 請核二廠先行準備附件所列視察所需之相關文件：

(三) 請核二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：宋清泉，(02)2232-2133。

請電廠提供之相關文件紀錄（附件）

| 視察項目     | 需提供之文件紀錄                                                                    |                                                                                                                                                        |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 熱沉效能查証   | 因應 GL 89-13 所載建議措施之相關程序書或文件                                                 |                                                                                                                                                        |
|          | 系統設備之相關文件紀錄                                                                 |                                                                                                                                                        |
|          | 緊急循環水系統<br>（含緊急循環水泵室及取水池）<br><br>一號機：ECW A<br>二號機：ECW B                     | 1.終期安全分析報告對系統性能之相關需求（含取水池容量及系統流量、溫度）<br>2.取水池及系統性能設計文件<br>3.監測及維護計畫（含泵室/取水池防波堤結構完整性、沈砂/雜物清除、防蝕、防止海生物生長相關程序書）<br>4.最近三年之測試、維護（含管路完整性）、請修單、NCD、檢查、巡視等紀錄。 |
|          | RHR 熱交換器<br><br>一號機：RHR A<br>二號機：RHR B                                      | 1.終期安全分析報告對系統性能之相關需求（含流量、溫度）<br>2.熱移除能力計算書及設計文件<br>3.監測及維護計畫（含結垢監測與控制計畫、相關程序書）<br>4.最近三年之測試、維護（含檢查、塞/換管支數）、請修單、NCD、巡視等紀錄。                              |
| 安全績效指標查証 | 柴油發電機護套水及潤滑油冷卻器<br><br>一號機：DIV I D/G<br>二號機：DIV II D/G                      | 1.終期安全分析報告對系統性能之相關需求<br>2.熱移除能力計算書及設計文件<br>3.監測及維護計畫（含結垢監測與控制計畫、相關程序書）<br>4.最近三年之測試、維護（含檢查、塞/換管支數）、請修單、NCD、巡視等紀錄。                                      |
|          | 1. 95 年安全績效指標計算資料。<br>2. 95 年一、二號機之值班主任日誌、相關系統設備請修單（列出請修內容即可）、運轉月報、LCO 登記簿。 |                                                                                                                                                        |

## 核能電廠注意改進事項

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |              |     |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----|----------------|
| 編號                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | AN-KS-96-003 | 日期  | 96 年 02 月 06 日 |
| 廠別                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 核二廠          | 承辦人 | 劉雄輝 22322134   |
| <p>注改事項：請針對內容說明事項提出檢討改正。</p> <p>內 容：</p> <p>96 年 1 月 9 日原能會駐廠視察員由機電助理陪同巡視#1/#2 機 SBLC 設備配置， #1 機 7 樓雙重氣鎖門，因包商人員進入工作時內側氣鎖門沒有關至定位，造成外側氣鎖門打不開，必須繞道至 2 樓雙重氣鎖門才能進入。後來到#2 機巡視時 7 樓雙重氣鎖門同樣打不開，歷時 2 分多鐘，查證發現「H.P」及包商工作人員，為求工作方便把內側氣鎖門打開。上述兩件事情雖不影響圍阻體完整性，但是遇到緊急情況需要進入現場進行人員搶救，或設備操作搶修時恐會造成阻礙，請電廠確實檢討改善，加強核安文化的落實。</p> |              |     |                |
| <p>參考資料：NA</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |     |                |

## 核能電廠注意改進事項

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |     |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----|---------------|
| 編號                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | AN-KS-96-004 | 日期  | 96 年 3 月 7 日  |
| 廠別                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 核二廠          | 承辦人 | 張維文 2232-2136 |
| <p>注改事項：設備測試或維修後未將改變過之狀態確實復原，且缺乏查證機制，應檢討改進。</p> <p>內容：</p> <p>一、本會駐廠視察員於 02 月 01 日查證 貴公司核二廠 2 號機 A、B 緊急寒水機系統現場管路時，發現緊急寒水機潤滑油冷卻器冷卻水出口閥 292DGB01 未至全開，在此狀況下，若寒水機需全負載運轉時，會影響潤滑油之溫度，使冷卻潤滑油之能力降低，進而造成軸承溫度升高，當軸承溫度過高時，緊急寒水機將會跳脫。</p> <p>二、經查該緊急寒水機潤滑油冷卻器冷卻水出口閥正常狀態為全開，核二廠執行定期運轉測試時，因無負載潤滑油冷卻器冷卻水出口閥全開溫度會偏低，故測試時均將開度關小，但前次測試後卻未將閥恢復至全開位置，且缺乏查證機制，請確實加強檢討改進。</p> |              |     |               |
| <p>參考文件：程序書 617.1.3.1</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |     |               |

## 核能電廠注意改進事項

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |     |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----|--------------|
| 編號                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | AN-KS-96-006 | 日期  | 96 年 4 月 9 日 |
| 廠別                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 核二廠          | 承辦人 | 高斌 2232-2131 |
| <p>注改事項：請加強緊急循環水系統迴轉攔污柵維護品質。</p> <p>內 容：</p> <p>一、 貴公司核二廠 2 號機於 3 月 2 日執行 Div. I 柴油發電機偵測試驗時，ECW-A 迴轉攔污柵 traveling screen 2F-67A 運轉中跳脫，經檢查發現軸承潤滑油路堵塞，潤滑不足造成軸承乾澀，導致過電流跳脫。</p> <p>二、 經查該迴轉攔污柵於去年 12 月 29 日和今年 1 月 8 日也曾發生運轉中跳脫的情形，其原因應均為軸承潤滑不足，造成軸承乾澀，運轉中發生過電流跳脫，目前電廠雖已完成軸承更換修復作業，並於例行性預防保養時，要求須確認添加潤滑油已進入軸承內，以避免再度發生，但該設備已重複發生三次跳脫，電廠對於該問題發生的確認，確有改善空間。</p> <p>三、 針對上述發生原因、故障排除和維修品質，請台電公司加強檢討改進。</p> |              |     |              |
| <p>參考文件：</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |     |              |

## 核能電廠注意改進事項

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |     |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----|---------------|
| 編號                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | AN-KS-96-007 | 日期  | 96 年 4 月 26 日 |
| 廠別                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 核二廠          | 承辦人 | 宋清泉 2232-2133 |
| <p>注改事項：請針對 96 年度第 1 季核安管制紅綠燈視察「熱沉效能及安全績效指標」之視察發現，提出檢討改正。</p> <p>內 容：</p> <p>一、程序書 722.3 對於 RHR 熱交換器管側每 6 次大修執行渦電流檢測，建議依先前檢測結果，評估再檢測週期。</p> <p>二、建議電廠針對風險顯著的熱交換器(例如：RHR 熱交換器、HPCS Cooler Unit)，參考 EPRI-NP 7552 之方法或工業界相當的方法執行熱傳能力驗證，並推估在極限條件下仍能符合設計要求，及訂定後續驗證週期。</p> <p>三、建議電廠參考原廠家文件 GEK-75586 之說明，確認 RHR 熱交換器殼側法蘭和海水側法蘭（Channel Flange）結合螺栓是否有鬆弛現象或結合面洩漏情形，並留存紀錄或文件以便查證。</p> <p>四、核二廠 EDG 護套水冷卻器溫差值係由熱平衡之內插法算出，在海水流量 800 GPM 時可接受差溫值為 17.75℃，而海水流量 3000 GPM 時，可接受差溫應降為 4.73℃，因此電廠應模擬實際測試狀態要求，並評估依測試條件修正可接受溫差值。</p> <p>五、請電廠檢討改進 EDG 護套水冷卻器海水流量及壓差換算時，未考量設計狀態與測試狀態之差異，導致誤差過大的問題。此外，建議加裝流量計以便能較為準確地執行趨勢分析，而海水側進出口差壓亦應增加執行趨勢分析。</p> <p>六、依測試程序書 617.1.1 在 RHR 熱交換器未使用時，其所訂之泵 2P-4A 及 2P-4B 之流量參考值各為 4100GPM、3600GPM，與實際測試流量，只約在 3300~3700GPM，較參考流量低甚多（程序書接受值只需約 1541GPM），但實測之差壓值卻符合程序書所列之差壓接受範圍，因此 ECW 泵差壓與流量之關係及該程序書所訂之泵差壓接受範圍與警戒範圍是否合理，請予以澄清。另電廠未針對使用 RHR 熱交換器使用時，訂定 ECW 流量之接受範圍及警戒範圍，建議電廠增訂，以便評估 ECW</p> |              |     |               |

## 核能電廠注意改進事項(續頁)

泵的效能。

- 七、有關緊急海水泵室中 1、2 號機之 HPCS 廠用海水泵迴轉攔污柵支撐混凝土因鋼筋膨脹而裂開，電廠應檢討改進並注意結構安全，此外，緊急海水泵室之地下層相關設備，未分別標示 1、2 號機，亦應一併改善。
- 八、有關 ECW 系統之 126 JB-004 虹吸破除閥，電廠值班人員對其開啟時機並不十分清楚，相關程序書亦未述明，電廠應將其該閥開啟時機納入程序書並加強運轉人員訓練。
- 九、電廠執行預防保養（PM）及計畫性改進（planned evolution）若超過 15 分鐘時，建議仍應納入 PI 計算時間，並建立 PM 時間的控管機制。
- 十、不納入 PI 計算時數之項目，包括計畫性改進及定期試驗，電廠應列出清單並有一致性做法，亦可供審查之參考。

參考文件：－核子反應器設施管制法第十四條

- －美國核管會視察手冊 IP 71111.07 「Heat Sink Performance」
- －美國核管會視察手冊 IP 71151 「Performance Indicator Verification」