

核二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 11 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 .....	1
一、R04 設備排列配置 .....	1
二、R05 火災防護 .....	2
三、R11 運轉人員再訓練 .....	5
四、R19 維護後測試 .....	5
五、R20 燃料更換及大修相關作業 .....	7
六、R21 設備組件設計基準視察 .....	9
七、R22 偵測試驗作業 .....	13
參、結論與建議.....	16
參考資料.....	18
附件	
附件一 核能二廠 1 號機第 19 次大修定期視察計畫	
附件二 核能電廠視察備忘錄 KS-會核-96-4-0	
附件三 核能電廠注意改進事項 AN-KS-96-018	

## 視察結果摘要

本視察報告係於 96 年第 3 季，由本會視察員就反應器安全基石所執行核安管制紅綠燈視察之查證結果，其中包含設備組件設計基準視察、1 號機第 19 次大修視察(EOC-19)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。

此次核二廠 1 號機 EOC-19 大修为跨季執行（視察計畫如附件一），針對電廠大修項目執行視察共計 25 項，視察重點包括核能安全、輻防安全、廢料管理等各方面，並執行現場作業查證、電廠人員訪談及紀錄文件審查。大修查證結果將於第 4 季報告中對於反應器安全基石視察程序書(編號 NRD-IP-111.20)有關的部份進行探討。

本季駐廠期間視察項目包括設備排列配置、火災防護、運轉人員再訓練與偵測試驗查證等。設備排列配置查證結果無安全顯著性發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。火災防護查證結果有 5 件視察發現，初步判定屬無安全顧慮之綠色燈號。運轉人員再訓練查證結果無安全顯著性發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。維護後測試作業查證結果無安全顯著性發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。

本季所執行之設備組件設計基準視察團隊結果有 16 件視察發現要求台電公司改善，初步判定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	 綠燈	 綠燈	 綠燈
2 號機	 綠燈	 綠燈	 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 08 月 18 日於聖帕颱風期間，20:37 因主汽機 GV-3 Servo Valve 漏油，GV-3 無法關閉，機組自 1000MWe 降載至 780MWe。

8 月 19 日 04:17 機組自 630MWe 升載，08:25 升達滿載。

機組於 8 月 31 日開始週期末遞降載運轉，9 月 3 日 16:32 發電機因失磁電驛動作，造成發電機與汽機跳脫，並進而引動保護系統而造成反應爐急停，9 月 6 日開始第 18 次週期大修，10 月 16 日機組抽棒起動。

### 2 號機

7 月份 2 號機持續滿載運轉，7 月 7 日 18:50 機組完成小幅度功率提昇工作，新額定熱功率為 2943MWe，8 月 18 日 08:37 因聖帕颱風來襲，機組自 955MWe 降載，09:55 負載降至 800MWe，11:42 因核二廠警戒區離開 10 級風暴風半徑，自 800MWe 負載回升，14:50 升達滿載。

## 貳、反應器安全基石視察

### 一、R04 設備配置

## (一) 視察範圍

本項視察係參考本會視察程序書 NRD-IP-111.04「設備排列配置 (Equipment Alignment)」之內容進行查核。查核重點包括查核閘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閘位排列、閘門標示狀況、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」、「救援系統」與「屏障完整」

3 項基石，包括：

1. 1&2 號機低壓注水系統(LPCI) 迴路 A、B 相關設備配置狀況

查證

2. 2 號機直流電源 (DC POWER)、緊要交流電源 (EMERGENCY AC) 系統配置狀況

3. 2 號機緊急冷凍水系統 (EChW) 現場閘門排列配置狀況

4. 1 號機低壓噴灑系統 (LPCS) 現場管路支架狀況及閘門位置及排列配置狀況

5. 2 號機緊急冷凍水系統 (EChW) 現場閘門排列配置狀況

(二) 視察發現：無顯著性之視察發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。

## 二、R05 火災防護

## (一) 視察範圍

本項視察係參考本會視察程序書 NRD-IP-111.05AQ「火災防護 (Fire Protection)」之內容進行查核。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「救援系統」與「屏障完整」2 項基石，包括：

- 1、1&2 號機輔機廠房、控制廠房之消防系統
- 2、1&2 號機汽機廠房 2~4 樓
- 3、1 號機主變壓器 A 相消防演習現場查證

## (二) 視察發現

### 1、簡介

1&2 號機輔機廠房、汽機廠房、控制廠房之移動和手持式滅火設備依規劃擺設於特定位置，且保持適當淨空，不妨礙人員接近使用，滅火設備之狀況良好，相關參數，如壓力/容量皆定期檢查，檢查結果符合要求，未發現有異常情形。

### 2、說明

1 號機主變壓器 A 相消防演習現場查證結果，顯示電廠依消防計畫確實執行演練，唯有以下視察建議事項：

- (1).控制室於警報出來時便通知消防隊，時間是否過早？通知時未先告知消防隊本次屬於消防演練，造成消防隊之疑惑。劇本中列有值工師下達解聯降載，停機應變作業，實際演練時，值工師未模擬該項內容。
- (2).在防火演練期間，指揮中心、控制室、運轉員間的無線通訊雖建立，惟所使用的 PHS 僅一支，數量似乎不足。
- (3).化學車上的手提乾粉滅火器應 3 個月檢查一次，經查上次檢查時間為 96 年 1 月，已超過 2 次檢查週期。另消防車上的配置是否亦列入每日之一般車輛作業前安全檢查表項目中？
- (4).消防隊應存放最新版的消防計畫程序書。該程序書中的表七-1 將本會列為外援單位，建議刪除。
- (5).滅火後之復歸由何單位確認？如何確認？

### 3、分析

此 5 件視察發現，屬於消防程序之確認及管制，初步判定無安全顧慮。

### 4、處置

上述視察發現，初步判定不影響消防系統功能，屬無安全顧慮之綠色燈號，另針對所發現之缺失及建議事項，本會已開立備忘錄 KS-會核-96-4-0 請電廠改進（參附件二）。

### 三、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 「執照人員資格再訓練計畫」之內容，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. 「汽機 DEH 基本圖面解說」訓練執行情形
2. 「瑞典 Forsmark 核電廠 #1 失電事故經驗回饋」訓練執行情形
3. 「電廠水化學」訓練執行情形
4. 「二號機爐心設計與新燃料運轉周期之特性」訓練執行情形
5. 「由加熱功率階至發電機併聯及異常功能演練」模擬器演練訓練執行情形
6. 「反應爐非預期暫態未急停 (NON-ATWS)」模擬器演練訓練執行情形

(二) 視察發現：無顯著性之視察發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。

### 四、R19 維護後測試作業查證

#### 一、視察範圍

本次視察主要係依據參考本會視察程序書 NRD-IP-111.19 「維護後測試作業」程序書，視察救援系統 2 號機 DIV. 柴油發電機，驗證機組設備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。

## 二、 視察發現：

2 號機 9/11 07:50 DIV. II 柴油發電機由馬達驅動之空壓機出口 Flange 襯墊破損漏空氣，空氣蓄壓槽無法蓄壓，空氣蓄壓槽低壓力警報出現，依據運轉規範 16.3.8.1.1 宣布 DIV. II D/G 不可用，分別進入限制條件運轉 LCO，改由 5TH D/G 替代 DIV. II D/G，經值班人員現場手動起動引擎驅動之空壓機將空氣蓄壓槽充氣至 200PSIG 低壓力警報消失，但是現場維護人員發現引擎驅動之空壓機電磁閥有微漏問題，於是一併檢修完成，於 9 月 11 日 10:39 完成維修及測試項目離開限制條件運轉(LCO)，DIV. II D/G 恢復可用，5TH D/G 改為連結至 1 號機 1A3。依據 IP-71111.19 維護後測試作業程序書有關查證要點，查證電廠完成維修後執行相關測試作業，測試正常。其餘項目亦查證符合要求。

## 三、 分析：

此件視察發現，屬於設備故障，但因 5TH D/G 立即取代

DIV. II D/G，初步判定無安全顧慮。

## 四、 處置：

無顯著性之視察發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。

## 五、R20 燃料更換及大修相關作業

### 一、視察範圍

本次視察主要參考本會視察程序書 NRD-IP-111.20「核能電廠燃料更換及其他檢修作業視察程序書」，針對電廠大修計畫及機組前次運轉週期所發生較重大之設備異常執行多項重點事項之查證，其中有關核能管制處所執行之視察項目包括如下：

1. 燃料填換挪移作業查證：視察範圍主要涵蓋燃料填換挪移作業時，工作人員是否依其所提之改善措施執行該項作業，以及執行燃料挪移填換作業之人力配置與工作人員現場執行該項作業之情形，確認其符合相關運轉程序書。
3. 反應器冷卻系統儀器：視察範圍主要涵蓋反應爐水位、中子通量，溫度儀器能正確顯示電廠狀況的變化。
4. 電力配置：視察範圍主要涵蓋確認電廠 345KV、69KV 外電線路供電狀況，及未大修之緊急柴油發電機可用狀況。
5. 衰變熱移除系統之監控：視察範圍主要涵蓋餘熱移除系統（RHR）之可用性，系統閥門是否確開啟或關閉及反應爐或燃料池水溫合乎運轉規範規定。

6. 水量控制：視察範圍主要涵蓋反應爐水潛在性洩水之管制、補水系統之可用性查證及查證反應爐水位維持狀態。
7. 反應度控制：視察範圍主要涵蓋反應爐中子監測系統之可用性，燃料吊運是否符合運轉規範及程序書規定。
8. 圍阻體完整性：視察範圍主要涵蓋燃料吊運時及爐心存有燃料時，電廠安全通風系統與二次圍阻體完整性符合運轉規範要求狀況。
9. 大修計畫審查：視察範圍主要涵蓋核二廠 1 號機 EOC-19 大修計畫，並確認電廠已適度的考量風險及以往特有之問題。
10. 停機作業之監控：視察範圍主要涵蓋機組降溫過程是否確實符合運轉規範。
11. 電廠大修作業之管制：視察範圍主要涵蓋確認機組設備維修不可用時，需證實電廠維持深度防禦並符合大修風險管制計畫及運轉規範之規定。

二、視察發現：本項查證因跨季執行，詳細之內容將於本會「核二廠 1 號機 EOC-19 大修總結報告」說明，視察發現將於下季進行統一判定，另針對所發現之缺失及建議事項，本會將於「核二廠 1 號機 EOC-19 大修總結報告」完成後，開立注意改進事項請電廠改進。

## 六、R21 設備組件設計基準視察

### 一、視察範圍

本次視察主要依照本處 NRD-IP-111.21 「設備組件設計基準視察程序書」和參考美國核管會視察手冊 71111.21「Component Design Bases Inspection」等進行電廠設備組件設計基準視察，目的係在驗證此次視察所挑選的系統與組件，仍然維持初始設計基準，設備組件功能與運轉員操作能執行其設計基準功能之能力，以及運轉程序和措施與設計基準和持照基準之一致性。

### 二、視察發現：

1. 緊急爐心冷卻系統進水濾網更換後，M.22.2021 計算書提出 RHR、LPCS 及 HPCS 系統對淨正水頭的影響，FSAR 6.3 節對 LPCS 及 HPCS 已修正淨正水頭餘裕值，但 RHR 部分未明確說明淨正水頭餘裕值，請電廠加以修訂。
2. DCR-494 RHR 泵低壓注水模式之吸入閥與 RHR 停機冷卻模式之吸入閥間串接極限開關 (Limit Switch) 之連鎖迴路，DCR 文件中安全評估查証表第(9)項勾選不需做 PRA 分析，但其設計修改有可能影響 PRA 分析結果，請電廠澄清是否需要再評估。

3. RHR 及 EChW 系統現場所增加之工作平台，請電廠提供耐震設計文件，並澄清其安全性。
4. 1、2 號機 EChW 四間 CHILLER 室上方相連通，並有電纜互通，是否符合獨立性及防火要求，請電廠澄清說明。
5. RHR 系統 A、B、C 泵室內上方，設有維護用吊車，依據 FSAR 5.4.6.1.6 RHR 系統應具有耐震之設計，請電廠查明這些吊車是否具有耐震設計，以確保 RHR 泵及相關設備之安全。
6. 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而需利用 PRA 分析時，目前電廠缺少作業程序機制，建議及早建立。
7. RHR 泵室內測試用短管，係於機組正常停機時，LPCS 系統可利用短管接到 RHR A 系統取水，以進行爐心上方實際之噴灑試驗，但自電廠商轉以來，從未利用該短管執行過本項噴灑試驗，建議核二廠參考國外同型電廠經驗，檢討是否需執行 FSAR 所敘述之該項噴灑功能測試。
8. RHR 系統部分差壓傳送器(例如：PDT-709、PDT-708)，由請修單紀錄發現由於熱效應 (Thermal effect) 導致傳送器故障，近 1 年來已見 2 件請修單，為降低共因 (common cause) 對設

備可靠度之影響，電廠應提出有效解決方案，改善設備房間環境。

9. NChW 系統 McQuary 連接器 (connector) 曾發生 2 次接觸不良情形，建議電廠應於程序書中加列 connector 定期清潔維護措施。
10. 1 號機 NChW 系統一台油泵曾於 96 年 3 月失電造成軸承受損，後於 96 年 6 月發現油壓無法建立達到設定範圍，經檢修更換軸承後恢復正常。至於油泵失電原因係電源接線端子壓接製造不良，電廠已將此不良端子更換，惟未平行展開更換類似設計製造之端子，請電廠針對這些製造不良端子再檢查評估。
11. 核安處 94 年發行之 RHR 專案評鑑報告，針對 93 年 2 號機 RHR A 串熱交換器與飼水管路 (Feed Water Line) 間之 Check Valve 微漏造成熱交換器壓力上升問題，建議電廠應檢討維修措施；另查請修單紀錄發現 2 號機 RHR B 串熱交換器與飼水管路間之 Check Valve 疑是於 96 年 3 月也有內漏問題；請電廠確認維修措施是否有效杜絕類似問題再次發生，以提升管路組件之可靠性。

12. 查證 EChW 程序書 617.1.3-IST 發現 96.03.29 執行 2 號機三個月功能測試未依程序送機械組進行趨勢分析即歸檔，請電廠加以改正。
13. FSAR 對 EChW 之冷媒係使用 R-12，目前電廠使用冷媒符合要求，但 FSAR 9.2.2.3 及 9.2.10.3 列出 EChW 與 NChW 冷媒查漏方法與現況已不符，建議電廠加以修改。
14. 程序書 348，頁次 15，一、B 列出緊急冷凍水系統相關之偵測試驗，包括 617.1.3，617.1.3.1 及 617.6.2 三件，漏列 617.1.3.2，另 617.1.3 亦已更名為 617.1.3-IST，電廠應加以修正。
15. DCR-995 移除 RHR 蒸汽凝結運轉模式（Steam Condensing Mode）管閥(F052A/B)並於原位置裝盲板封閉，於評估報告附件五，記錄曾要求原設計廠家 GE 公司解決 Valve 洩漏問題，GE 公司答覆若電廠永久不(或從未考慮)使用 RHR 蒸汽凝結模式，則可用盲板將管路封閉，但應裝設兩個盲板(靠近蒸汽側及水側各一)，但電廠後續設計施工與原廠家建議並不相同。雖然電廠於大修期間對盲板處進行查漏檢查，但電廠仍應釐清目前盲板裝設的作法是否仍符合原廠家建議。
16. DCR-2537/2538 因 RHR 控制迴路斷路器 Close Coil 產生逆向電壓干擾負載加載時序器（Load Sequencer），造成一負載加

載時序錯亂，將斷路器 Close Coil 並接 2 只二極體，以消除不當的訊號干擾，但安裝後相關系統因突壓又發生二極體燒毀短路，再以 DCR-3025/3026 在二極體串接一電阻抑制突波電壓的衝擊。但此設計方法可能造成二極體短路失效而無法被查覺，建議電廠詢問斷路器廠商該作法是否會提高控制迴路的不穩定，影響 ECCS 的啟動失敗風險。

### 三、分析：

本視察作業分析請詳見於本會已上網公告之「核二廠設備組件設計基準視察報告」。

### 四、處置

核二廠設備組件設計基準視察作業，經查證後發現，針對視察發現已對核二廠發注意改進事項（編號 AN-KS-96-018 如附件三），要求電廠提出改善措施或進一步澄清說明。

## **七、R22 偵測試驗作業**

### （一）視察範圍

本項視察係參考本會視察程序書 NRD-IP-111.22 「偵測試驗 (surveillance test)」之內容，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. 程序書 615.3.3 「LPCI 額定流量試驗」測試查證
2. 程序書 612.5.1 「備用硼液控制系統每個月可用測試」查證  
測試查證
3. 程序書 618.2.1 「備用柴油發電機運轉性能測試 (DIV II)」  
測試查證
4. 程序書 617.1.1 「緊急循環水系統」測試查證
5. 程序書 616.4.2.2 「RHR 抑壓池冷卻模式流量率試驗」測試  
查證
6. 程序書 618.2.2 「高壓爐心噴洒柴油發電機運轉性能測試」  
測試查證
7. 程序書 617.3.2-IST 「爐心隔離冷卻系統額定流量測試」測

試查證

8. 程序書 618.2.1 「備用柴油發電機運轉性能測試 (DIV I)」

測試查證

9. 程序書 612.5.1 「備用硼液控制系統」測試查證

10. 程序書 601.3.1 「ATS 系統有關 RPS 系統系統及 NSSS 系統

功能試驗」測試查證

11. 程序書 601.3.3.3 「緊急真空破壞器隔離閥儀器之功能及校

正測試」測試查證

12. 程序書 601.6.2 「主蒸汽管隔離閥關閉功能測試(反應器保

護系統)」測試查證

13. 程序書 601.2.5 「平均功率偵測系統(APRM)運轉模式

(RUNMODE)功能試驗和校正」測試查證

14. 程序書 619.5 「燃料填換期間控制棒及／或其驅動機構移

除前／後及其期間執行程序」測試查證

核二廠 2 號機

1. 程序書 601.2.5 「平均功率偵測系統(APRM)運轉模式(RUN

MODE)功能試驗」測試查證

2. 程序書 618.2.1 「備用柴油發電機運轉性能測試 (DIV II)」

測試查證

3. 程序書 615.3.3 「LPCI 額定流量試驗(B loop)」 測試查證
4. 程序書 615.3.2-IST「低壓注水電動閥可靠性測試」測試查證
5. 程序書 615.1.3 「高壓噴水泵額定流量試驗」 測試查證
6. 程序書 618.2.1 「備用柴油發電機運轉性能測試 (DIV I)」  
測試查證
7. 程序書 615.3.3 「LPCI 額定流量試驗」 測試查證
8. 程序書 617.3.2 「爐心隔離冷卻系統額定流量測試」 測試查證
9. 程序書 618.2.2 「高壓爐心噴灑柴油發電機運轉性能測試 (DIV III)」 測試查證
- 10.程序書 616.4.2.2 「RHR 抑壓池冷卻模式流量率試驗」 測試查證
- 11.程序書 615.2.1 「低壓噴灑系統每月定期可用性測試」 測試查證
- 12.程序書 602.6.3 「餘熱排除裝備區環境溫度高之功能測試」  
測試執行查證

(二) 視察發現：無顯著性之視察發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。

## 參、結論與建議

本會視察員就反應器安全基石視察所執行核安管制紅綠燈視察之查證結果，共有 35 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。對於查證所發現問題，已發注意改進事項（編號：AN-KS-96-018）及備忘錄（KS-會核-96-4-0），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. 本會視察程序書 NRD-IP-111.01、111.04、111.05AQ、111.11、  
111.19、111.2 與 111.22
6. 美國核管會視察手冊 71111.01、71111.04、71111.05AQ、71111.11、  
71111.19、71111.21 與 71111.21
7. 核二廠相關程序書

註：1. 本報告附件因篇幅過多，故從略。

2. 若對本報告內容有任何疑問，請洽本會趙科長。

電話：(02)22322130