

核二廠核安管制紅綠燈視察報告 (96 年第 2 季)

行政院原子能委員會 核能管制處

中華民國 96 年 8 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、R01 惡劣天候防護	1
--------------------	---

二、R04 設備排列配置	
--------------------	--

三、R05 火災防護	8
------------------	---

四、R11 運轉人員再訓練	
---------------------	--

五、R19 維護後測試	
-------------------	--

六、R20 燃料更換及大修相關作業	
-------------------------	--

五、R22 偵測試驗作業	10
--------------------	----

參、其他基礎視察	14
----------------	----

一、OA2 問題發現、確認及解決機制查證	14
----------------------------	----

肆、結論與建議	23
---------------	----

參考資料	24
------------	----

附件

附件一	25
-----------	----

附件二	28
-----------	----

附件三	29
-----------	----

附件四	30
-----------	----

視 察 結 果 摘 要

本視察報告係於 96 年第 2 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，其中包含 2 號機第 18 次大修視察(EOC-18)，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 2 號機 EOC-18 大修，投入之視察人力總計 124 人天（視察計畫如附件一），針對電廠大修項目執行視察共計 23 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，本報告著重於與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。大修查證結果則共有 22 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。

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、惡劣天候與偵測試驗、問題發現、確認及解決機制查證等。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 3 件視察發現，初步判定屬無安全顧慮之綠色燈號。惡劣天候查證結果有 2 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。偵測試驗查證結果無安全顯著性發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。確認及解決機制查證結果結果有 2 件視察發現，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 6 月 20 日 21:23 機組因飼水泵 A 台液壓油低油位警報出現而緊急降載，6 月 21 日 03：50 修復受損之液壓油感測儀器管路後，機組恢復升載至滿載。

2 號機

4 月份起 2 號機持續週期末遞降載運轉，至 4 月 13 日停機開始第 18 次週期大修，5 月 18 日 19：39 機組開始抽棒起動，5 月 21 日機組併聯大修結束，5 月 26 日機組達滿載，之後則維持滿載穩定運轉。

貳、反應器安全基石視察

一、R01 惡劣天候防護

(一) 視察範圍

依據電廠程序書 576.1 規定，核二廠各部門須於 5 月底前完成 576.1 之附件有關各部門防颱檢查表所列須完成事項，因此利用電廠已完成之防颱檢查表進行抽檢，並利用本會視察程序書

NRD-IP-111.01 (惡劣天候防護) 內之規定進行查證，並選定電廠外圍溪流 (員潭溪)、廠內野溪查證是否有淤積及護岸之完整性，各倉庫屋頂及門窗之完整性，通訊設施之完整性，查證開關場輸配電線、起動變壓器、主變壓器周圍樹枝是否已修剪及是否有物品未固定、循環海水泵室吊車可用性及迴轉攔污柵功能是否完整、緊要海水系統狀況查證等項目。

(二) 視察發現：

1、簡介

查證電廠各部門執行防颱檢查表所列須完成事項視察，共有 1 件發現，初步判定無安全顯著性。

2、說明

經查證電氣組防颱檢查表時，發現該表係第 11 版(Rev.-11)，而程序書為第 17 版 (Rev.-17)，表格兩者檢查項目有所不同，且電氣組承辦人員只查證約 1/3 項目 (Rev.-11 表格)，其餘項目則未填寫，此缺失存有兩項問題：(1) 工安組未能送出正確版次之程序書供維護課執行，且未對維護組未執行項目提出質疑及核對，顯有疏失。(2) 維護部門明知屬於其自身部門之項目只有部分，但未告知主管部門及相關承辦人員，只負責自身有關項目之檢查，其部門經理未查證內容即蓋章認可，亦有所疏失。前述問題造成電廠防颱項目執行不夠完整與落

實，待電廠改進。

3、分析

本項發現因係防颱檢查電動門及電纜溝是否積水，非屬安全設備因此無安全顯著性，判定屬無安全顧慮之綠色燈號。

4、處置

針對應改善之項目，已開立注意改進事項編號：

AN-KS-96-014 請電廠改進（參附件二）。

二、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、RCIC 系統現場閥門排列配置查證。

2、1、2 號機反應器保護系統（RPS）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。

三、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「肇始事件」、「救援系統」與「屏障完整」

3 項基石，包括：

1、1 號機輔助廠房 1~7 樓、柴油機廠房、二氧化碳(CO₂)儲存槽室。

2、2 號機汽機廠房、控制廠房、柴油發電機室、主變壓器區域緊要海水泵室、及輔助廠房 1~4 樓之消防系統。

(二) 視察發現

1、簡介

控制廠房、緊要海水泵室、1、2 號機柴油機廠與汽機廠房無異常發現，1 號機輔助廠房與主變壓器消防管路視察及 2 號機 DIV-II 柴油機廠房共有 3 件發現，初步判定無安全顯著性。

2、說明

(1)執行 1 號機輔助廠房 1~7 樓消防設備佈置與設備狀況查證，

輔助廠房內手提乾粉滅火器、CO₂ 滅火器之壓力/重量大致符合要求，惟在 1 樓 150P 之海龍滅火器壓力有稍微不足，目前檢查依據 790 程序書，每 3 個月僅檢查外觀及壓力，6 個月時對 CO₂ 滅火器重量檢查，程序書上並未明定更換期限，電廠承辦人員表示原則上滅火器 6 年會更新，視滅火器狀況而定，抽查 2 樓新更換之 CO₂ 滅火器重量，發現其中有 1 只滅火器標示為 20.5Kg，檢查登記表上也記錄 20.5Kg，實際量測為 19.8 Kg，已請電廠應按實際量測重量記錄，不可記錄滅火器標示之重量。

(2)於 2 號機 DIV II 柴油機廠房 3、4 樓現場施工巡視，於視察時發現工作人員執行柴油機排煙道改善工程，其焊接工作雖有鋪設防火毯，但火星仍會飄落至地面，而旁邊不遠處即有工作人員執行油洗濾網工作，有失火之危險，經告知後電廠已立即改正。

(3)查證 2 號機主變壓器消防管路鏽蝕狀況不佳，電廠已利用大修期間進行更換，1 號機主變壓器消防管路亦存有相同鏽蝕狀況，電廠將利用 1 號機下次大修進行更換，初步查證消防

管路未發生鏽蝕穿孔現象，因此判定消防系統仍屬可用。

3、分析

第 1 件視察發現因海龍滅火器壓力及 CO₂ 重量仍合乎規定，初步判定無安全顧慮。

第 2 件視察發現，因電廠已立即改正，焊接火星飄落至地面已降溫，初步判定無安全顧慮。

第 3 件視察發現因消防管路尚未鏽蝕破洞，且電廠已進行更換，初步判定無安全顧慮。

4、處置

上述 3 件視察發現，初步判定不影響消防系統功能，屬無安全顧慮之綠色燈號。

四、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、查核模擬器演練，由加熱功率階至發電機併聯及異常功能演

練。

2、「飼水加氫系統」課堂講解訓練執行情形。

3、小幅度功率提升課堂講解訓練。

4、查核運轉人員使用模擬器執行緊急計劃演練。

5、查核模擬器演練機組起動前模擬器操作演練。

6、查核模擬器演練汽機定速併聯至額定功率及偵測試驗與異常

功能演練、颱風來臨前之應變措施及操作。

(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。

五、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1號機餘熱移除系統(RHR)A串、高壓注水噴灑系統柴油發電機(HPCS D/G)之護套冷卻水系統掛卡執行維修，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：無顯著性之視察發現，屬無安全顧慮之綠色燈號。

六、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. 掛、消卡作業查證：本次掛卡查證係依據核二廠程序書 1114.03：「禁止操作卡管制程序」、1114.04：「大修大範圍/分區隔離掛卡管制程序」來進行查證，查證的範圍選定(1)緊要循環水系統 A 串(ECW-A)；(2)第 1 區緊急柴油發電機(DIV I D/G)；(3)緊急冷凍水系統 B 串(EChW B)；(4)餘熱移除系統 B 串(RHR B)，分組執行大範圍/分區掛卡之現場掛卡作業查證。
2. 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組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 2 號機 EOC-18 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：本項查證共有 22 項發現，詳細之內容請詳參本會「核二廠 2 號機 EOC-18 大修總結報告」，初步判定無顯著性之視察發

現，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，本會已開立注意改進事項 AN-KS-96-011 及 AN-KS-96-013 請電廠改進（參附件三、四）。

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. 高壓爐心噴灑系統(HPCS)柴油發電機運轉性能測試（DIV III）測試
2. 爐心隔離冷卻系統(RCIC)額定流量測試

3. DIV I 備用柴油發電機運轉性能測試
4. 備用硼液系統(SBLC)可用性測試
5. 緊急冷凍水系統(EChW)性能測試
6. RCIC 手動功能試驗

核二廠 2 號機

1. RCIC 額定流量測試
2. 低壓注水系統(LPCI)額定流量測試
3. 餘熱移除(RHR)泵額定流量試驗
4. HPCS 電動閥可用性測試
5. HPCS 系統可用性試驗

(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、其他基礎視察

一、OA2 問題發現、確認及解決機制查證

(一) 視察範圍

本次視察主要參考本會視察程序書 NRD-IP-152 「問題確認與解決」，針對核電廠於機組設備異常無法立即修復，因此採取一些暫時性修改措施，例如管路拆跨接或臨時設定點變更等進行視察，核二廠二號機 1 號柴油機啟動空氣無法經由空壓機充壓之管路拆跨接申請案，鑒於本案與柴油機啟動空氣有關，為安全等級設備，

依 NRD-IP-152 視察程序書內容及電廠程序書 1102.03(臨時設定點變更、管路/現路拆跨接管制程序書)查證，評估電廠之處置是否適當。

三、視察發現

(一) 簡介：

本項視察共有 2 項發現，初步評估視察發現尚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。

(二) 說明：

1. 電廠採用之空氣管路臨時接用空氣槽建立控制空氣動力來源之跨接方式非原廠設計，具有潛在非預期之失效模式。
2. 核二廠現有同型之空壓機有 8 台(每部柴油發電機有 2 台)，只有二號機 1 號柴油機所使用之一串有使用此跨接方式控制，將造成其成為獨有之控制模式，日後若因人員替換及電廠尋此模式執行問題發現後之改正行動措施，將增加人為疏失之風險。

(三) 分析：

第 1 項問題電廠承諾將請原製造廠家評估此項改正方式是否可行，且每部柴油發電機有 2 台空氣壓縮機，空氣槽低壓力亦有警

報，可讓運轉員有餘裕處理設備異常，故評估結果，此項發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

第 2 項問題電廠廠長已指示成立設備改善案(DCR)，將其餘之空壓機充壓之管路均作相同之修改，可讓設備獲得一致性，應能有效防止人為疏失，故評估結果，此項發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

(四) 處置

上述 2 件視察發現，初步判定不影響系統功能，均屬無安全顧慮之綠色燈號。

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 28 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-96-0011、AN-KS-96-0013 及 AN-KS-96-014），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、111.05AQ、111.11、111.19、
111.22、111.22 與 152
6. 美國核管會視察手冊 71111.01、71111.05AQ、71111.11、71111.19、
71111.22 與 71152
7. 核二廠相關程序書

附件一

核能二廠 2 號機第 18 次大修定期視察計畫

一、視察人員：

領 隊：徐副處長明德

第一組：趙科長衛武、吳成吉、陳琬英、張維文、高斌、劉雄輝、
宋清泉、臧逸群、廖家群。

第二組：高科長熙玫、王重德、秦清哲、田國鎮、賴良斌。

第三組：陳志行、唐大維、周學偉。

二、視察時程：

96 年 4 月 14 日至 96 年 5 月 28 日（約 45 天）

視察前會議：96 年 4 月 11 日（星期三）上午十時

起動前會議：機組預訂起動前提出申請。

三、注意事項：

- 1.包商訓練及資格檢定應留存紀錄備查。
- 2.維修項目之負責工程師及包商名單應留存備查。
- 3.維修紀錄及品管、品保文件應於檢修完畢消卡十天內完成。
- 4.機組起動前需送原能會審查之報告，須於起動會議前一週送達
原能會。
- 5.若電廠臨時變更作業時程，須於前一週通知原能會。
- 6.申請召開再起動會議：機組再起動會議召開時間原則為預定機
組計劃臨界之前三日，經營者得事先備齊相關資料提出機組再
起動會議之申請。

- 7.大修期間大修計畫或稽查計畫變更時，請及早陳送本會核備。
- 8.請品質課及核安處駐廠小組嚴格稽查包商施工狀況及大修作業品質。
- 9.請加強異物入侵經驗回饋及防範措施。
- 10.潛在危害作業（吊運、吊掛、動火等）及高壓電力維護作業等應注意加強工安防護措施。
- 11.其他注意事項依視察前會議決議事項行之。
- 12.核研所支援本會執行大修視察之項目及人員名單另行通知。
- 13.本會大修定期視察承辦人：張維文(TEL：22322136、FAX：82317806)。

視察分組

第一組

項次	視 察 項 目	負 責 人	停留查證
1	緊急循環水（ECW）系統管路更新及相關熱交換器功能查證	宋清泉	否
2	大修停機水質查證	宋清泉	否
3	寬範圍中子偵測系統更新施工查證	宋清泉、廖家群	否
4	飼水加氫（HWC）系統維護查證	宋清泉、廖家群	否
5	反應爐爐心 IVVI 檢測	高斌	否
6	再循環管路銲道檢測	高斌	否
7	碳鋼管路測厚查證	陳琬英	否
8	IST 泵類、閥類維修與功能測試	臧逸群	是
9	燃料挪移填換作業	吳成吉	否
10	超音波飼水流量計安裝	吳成吉、高斌	否
11	停機餘裕查證	吳成吉	否
12	一次圍阻體局部洩漏率測試(LLRT)	劉雄輝	否
13	緊急爐心冷卻系統（ECCS）整體性功能測試	劉雄輝	是
14	安全有關直流蓄電池與充電機容量試驗、證明及檢查	張維文	是
15	緊急柴油發電機維修及測試查證	張維文、廖家群	是

第二組

項次	視 察 項 目	負 責 人	停留查證
1	曝露管制	賴良斌	否
2	人員防護	田國鎮	是
3	放射性物質管制	王重德	否
4	廠區環境管制作業	秦清哲	否
5	輻射偵監儀器	王重德	是（註 1）
6	氣、液體排放管制	賴良斌	否
7	合理抑低計畫	高熙玫	是（註 2）

第三組

項次	視 察 項 目	負 責 人	停留查證
1	乾性廢棄物接收、分類管制及產量抑減	陳志行	否
2	廢棄物處理廠房之廠務管理	陳志行	否
3	有機化學物攜入管制及 TOC 控管	唐大維	否
4	廢液之洩水及洩油管制作業	周學偉	否
5	廢棄物營運之核安稽核與品保作業	周學偉	否

註 1：大修期間校正之氣液體排放流程偵測器（PRM），其校正時列為查核點。

註 2：4 項主要 ALARA 工作項目列為查核點。

大修主要 ALARA 工作項目，包括：

- （一）中子偵測系統（含 WRNM）更換檢修。
- （二）抑壓池及洩環溝水底清理與目視檢查工程。
- （三）反應器廠房非破壞檢測。

反應器廠房保溫材拆裝及控制棒驅動機構更換檢修。