

NRD-NPP-95-11

核一廠核安管制紅綠燈視察報告 (95 年第 2 季)

行政院原子能委員會 核能管制處

中華民國 95 年 8 月

目 錄

頁次

視察結果摘要	1
電廠本季運轉狀況簡述	3
壹、反應器安全基石視察	4
R01 惡劣天候防護查證	4
R22 偵測試驗作業查證	11
R05 水災防護查證	15
R17 永久性電廠修改查證	18
R11 運轉人員再訓練	19
R04 設備配置查證	20
R05 火災防護	22
附件	
95 年度第 2 季核能一廠核安管制紅綠燈視察計畫	23
視察照片	25

視察結果摘要

本（95）年度第 2 季核安管制紅綠燈之視察工作，涵蓋 13 週之駐廠視察及 1 次專案視察，此兩類視察與核安管制紅綠燈有關之視察項目，已於本年度第 1 季前，依據不同之視察頻率預先排定。本季駐廠視察部分由本會 7 位視察員分別進行，視察項目與核安管制紅綠燈有關部份包括設備配置查證、訓練績效查證、火災防護及偵測試驗作業查證。本季專案視察於 95 年 05 月 08 日至 95 年 05 月 12 日執行，視察主要內容包括電廠於惡劣天候對於機組安全設備之影響查證及淹水對於機組設備之影響查證及電廠設備修改案（DCR）是否考量惡劣天候與淹水等項目。其中惡劣天候對於機組安全設備之影響查證，包含台灣可能遭遇之颱風、海嘯、地震等天災，至於淹水則主要考慮外在天候引起之洪水與土石流等對於機組安全設備之影響，以及消防水誤動作或電廠設備中具有大型儲水槽或管路破漏時對於廠內安全設備可能造成之影響，電廠惡劣天候防護作業查證以現場實地查證、運轉員模擬器測試、及相關文件查核等方式，進行電廠對於惡劣天候與淹水防護能力之查證，設備修改案部分則以 94 年完工與安全系統有關之 DCR 案為主；有關查證電廠系統部分則選定核一廠與救援系統有關之餘熱移除系統（RHR）、緊要海水系統（ESW）與輸配電系統及緊急柴油發電機（EDG）為對象進行查核。視察計畫詳參附件一。

本季訓練績效查證及火災防護沒有發現缺失。

惡劣天候防護查證共有 9 項發現，初步評估視察發現尚未明顯影響電廠防災能力，故評估結果，屬無安全顧慮之綠色燈號。

偵測試驗作業查證有 5 項發現，初步評估視察發現尚未明顯影響安全績效指標，故評估結果，屬無安全顧慮之綠色燈號。

水災防護查證共有 5 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。

永久性變更查證有 2 項發現，初步評估視察發現尚未明顯影響安全績效指標，故評估結果，屬無安全顧慮之綠色燈號。

設備配置查證共有 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。

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

電廠本季運轉狀況簡述

一號機：本季並無異常事件，除於 95 年 5 月 21 日機組因檢修高壓汽機手孔蓋，而降載檢修外，其餘皆維持額定熱功率滿載運轉。

二號機：本季並無異常事件，除於 95 年 5 月 20 日機組因檢修主變壓器冷卻風扇控制電驛及汽機再加熱系統系統洩水槽液位控制閥 LCV-103-28B 故障，而降載檢修外，其餘皆維持額定熱功率滿載運轉。

反應器安全基石視察

R01 惡劣天候防護查證

視察範圍

核能電廠安全系統功能主要目的是於事故發生時，能將機組安全停機，亦即機組若發生事故時，核能電廠安全系統必須能提供反應爐必須之冷卻水、電力支援與熱沉，核一廠此次視察係挑選低壓爐心注水系統（餘熱移除系統）、電廠交流電源系統（含緊急柴油發電機）、緊要海水系統為視察對象，因為低壓爐心注水系統除提供爐心低於 100psig 時之注水能力且具有將爐心餘熱移除之功能，而電廠安全系統基本上均需交流電源作為動力來源，爐心最後產生之餘熱與設備運轉產生之熱能則需依靠緊要海水系統帶走，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。本次視察係參考美國核管會視察手冊 71111.01「惡劣天候防護（Adverse Weather Protection）」、71111.06「水災防護（Flood Protection）」、71152「問題的發現與解決（Identification and Resolution of Problems）」之內容及核一廠相關程序書之規定進行查核。本次視察主要針對電廠廠房內水災與惡劣天候所造成之廠房外水災對於機組安全設備之可能影響，並利用電廠終期安全分析報告（FSAR）內有關惡劣天候之分析與假設，查證電廠現有之防災設備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。此次視察亦針對電廠設備設計修改案（DCR），是否將惡劣天候與淹水防護對於設備修改案之影響納入考慮。在人員訓練成效與應變能力方面，則以電廠模擬器模擬演練機組在惡劣天候或淹水狀況下運轉，評估運轉員之處置是否適當。此外，並利用現場查證與評估方式，瞭解電廠安全系統在惡劣天候或淹水狀況下是否仍保有原始設計能力，本項視察範圍涵蓋「肇始事件」、「救援系統」二項安全基石。

視察係以下列方式進行：

- 1.文件查核：查核程序書 515「水災緊急操作規程」、515.2「汽機廠房內水災處理程序書」、104.22「實務管理-防颱項目檢查」程序書 113.5「災害防救整備項目」、以及地震處理相關程序書 512.1「核能電廠強震後緊急處理步驟」、512.2「強烈地震後全廠檢查及試驗」、512.3「強烈地震停機後再啟動前全廠重要設備/結構物查核表」，以確認電廠對於防範惡劣天候是否依據相關程序書規定執行，並查證程序書 309.12「防海嘯閘門」、程序書 514「海嘯警報期間的運轉」、程序書 792.1「防海嘯閘門關閉及開啟操作測試」是否符合終期安全分析報告(FSAR)2.4.6.4及 2.4.6.5 海嘯上升高度、2.6.10 廠址防範海嘯設計基準要求，以證實這些區域於惡劣天候或淹水狀況下是否仍保有電廠原始設計能力。並查證前述資料若有不符規定時，電廠是否有完整之後續處理程序及改善措施，另利用 94 年颱風期間運轉日誌與 921 大地震、納莉颱風、象神颱風等事件之異常報告及其相關運轉日誌等文件，進行了解惡劣天候對於電廠設備可能之影響。
- 2.現場查核：視察重點為實地查核兩部機組之餘熱移除系統及海水增壓泵發生消防設備誤動作之可能性及其影響，同時查證前述系統之現場配置情形以及與耐震相關之設備例如減震器、支架、吊架等，是否設置及能否作用正常；以及針對電廠防海嘯閘門、緊要海水系統與開關場 345KV 及 69KV 輸電系統之現場環境是否已做好惡劣天候之防護措施之查證，開關場控制室(包括 345KV 及 69KV)值班操作員於惡劣天候下輪值之因應等；查證起動變壓器 ST-A、ST-AS 及 ST-B 現場環境包括操作機房是否做好惡劣天候之防護措施；查證一、二號及五號緊急柴油發電機房及排風扇等組件是否能承受惡劣天候影響；查證緊急柴油發電機使用之油槽及相關輸油管於惡劣天候時之防護。

- 3.模擬器演練：視察重點為利用模擬器觀察運轉員於假設可能之惡劣天候或淹水狀況下，評估運轉員之處置是否適當。

視察發現

簡介：

本項視察共有 9 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。

說明：

- 1.查證核一廠現行水災防護程序書 515，其執行內容太過簡略不易執行，例如：程序書要求乾華溪水位警戒值為廠房地面以下 91cm，但乾華溪水位標尺卻為標高 0-5 公尺，因此運轉員無法據以判定，已請電廠研擬修改程序書 515 之內容為具體可行。
- 2.查證核一廠現行廠房水災防護程序書 515.2，其內容只涵蓋汽機廠房與部分其他廠房，已請電廠加強其他廠房之水災防護並撰寫相關程序書。
- 3.查證電廠廠內電力系統、組件於遭受惡劣天候(例如：高溫、颱風、淹水等)時，是否建立相關操作程序書作為因應對策之依據。據查證，在高溫部份，電廠相關電力設備組件例如變壓器等之設計運轉環境溫度約 40℃，依目前國內歷年來出現之歷史高溫為 39.7℃ (台東)，考量溫室效應及天候異常變化，氣候高溫之防護作業程序有必要建立；目前強風(颱風)之防護作業已建立程序書 513「颱風警報期間運轉程序」，且於颱風來臨前已建立程序書 104.22「颱風災害預防與處理程序」，規範維護部門或運轉值班部門執行各項防護作業。
- 4.針對颱風來襲電廠已建立完整之因應操作程序(程序書 513)，因應颱風強度之瞬息萬變，於維護保養部分，亦有程序書 752.2.1

「輸電線路之偵檢巡視」，處理颱風前之檢查及颱風過後之可用檢查，每月至少定期執行一次，尤其颱風過後之檢查依程序書規定須連續檢查 5 次。經抽查 94 年輸電線路之偵檢紀錄，雖逢 3 次颱風侵襲（海棠、泰莉及龍王），開關場輸電線路之偵檢紀錄相當完整，其檢查事項已確實針對惡劣天候(颱風)之防護列入考量中；依慣例，颱風來襲前電廠均有執行廠區巡視，加強周圍物品、設備或門窗固定等，但未留存紀錄，建議留存完整紀錄以作為日後追蹤管理之依據。此外，為減輕因惡劣天候所造成之損害，事先建立易受惡劣天候影響之重要設備組件項目(包括其結構之完整)，定期進行評估追蹤改善，將可進一步避免檢查之可能疏漏或造成更嚴重損害。

5.針對一、二及五號緊急柴油發電機(EDG)於惡劣天候(颱風或淹水)之查證，依 FSAR 機組位置平面樓之設計高程為距海平面約 12.14 公尺，另據我國歷年來最強颱風(象神颱風)來襲時，並未造成電廠機組淹水情形，以及電廠為保守考量將緊急柴油發電機房進出門已再築高約 16 公分之門檻，因此一、二及五號緊急柴油發電機對淹水之防護應屬適當；此外，其結構物為耐震一級鋼筋水泥設計，進出門亦為堅固之白鐵板製造，耐強風吹襲應無問題，惟建議日後仍需列入定期評估檢查項目之一。另發現 EDG-2B 東南側出口門電磁鎖已失效，為免門禁管制出現漏洞，應盡速改善。

6.抽查二號機緊急柴油發電機屋頂上之 8 組排氣扇能否承受颱風侵襲，查證結果 8 組排氣扇構造目前仍相當堅固，應可承受颱風侵襲，緊急柴油發電機定期測試亦包括排氣扇之自動起動運轉，因此 8 組排氣扇功能無虞，但查證時發現緊急柴油發電機之排煙管下半部已嚴重銹蝕並有穿孔情形，其故障可能影響緊急柴油發電機之可用性，建議電廠應速檢修並檢查一號機有無

類似情形，以做好惡劣天候之防護。

7.續查證緊急柴油發電機 85 萬加侖儲油槽至廠房內日用槽之輸油管線情形，查證結果顯示，輸油管路均經地下管溝送至廠房內日用槽，管溝上覆蓋水泥蓋保護，且 85 萬加侖儲油槽地勢較廠房內日用槽要高，加上溝渠內輸油管線排水良好，因此未發現溝渠內有積水狀況，電廠亦於每次大修依 729.1「EDG 維護檢修工作程序書」(機械部分)針對油槽及管線進行漏油檢查，對輸油管線壕溝開蓋檢查，查證其檢查紀錄符合規定，均未發現漏油情形，因此針對颱風、水災或高熱天氣應已有適當之防護；85 萬加侖儲存槽周圍亦建有高圍牆保護，其安全防護無問題，但發現油料進口閥 V-111-200 已嚴重銹蝕，查前 2 燃料週期之維修紀錄，發現上述閥門並未列入”EDG 燃油系統管閥等設備清單”，應再檢討此部分維修項目之完整性。

8.查證起動變壓器(ST-A、ST-AS)之承受惡劣天候(淹水、颱風)可運轉情形，查證結果，其位置高程約距海平面 20 公尺，因此較無淹水之顧慮，但因建於斜坡上，雖已有防斜坡崩塌措施，鑒於往年於附近曾發生崩塌案例，為確保無崩塌之危險，電廠應將其列為定期追蹤評估項目之一，另發現其建築物窗戶為一般玻璃窗，是否能承受颱風侵襲仍有疑慮，建議改善；此外，亦發現變壓器 ST-AS 旁斜坡上樹木太高且靠近變壓器，颱風來襲時有可能造成變壓器損壞之虞，應改善。另抽查起動變壓器之每月定期檢查紀錄，結果均依規定執行，但其檢查事項顯示欠缺對惡劣天候之考量，例如：排水通暢、門窗牢固等，建議改善。

9.查證程序書 520 喪失廠外電源及程序書 535 廠區全黑，發現程序書 520 中第 2.2 節所述”當緊要匯流排重新受電後，一些緊要

設備將依預定程序自動起動”之敘述，對由氣渦輪機供電使緊要匯流排重新受電之情況，並不適用，應檢討修訂。

分析：

第 1 項問題係於必要時方需執行之測試程序書，與電廠系統功能無直接關聯，因此此項問題並不會影響系統功能，現行電廠水災防護設計標準，根據 FSAR 要求係依千年洪水標準設計，因此發生機率不高且電廠現行水災防護程序基本上散見於電廠其他程序書或系統圖面內，因此運轉人員仍能有所依據處理相關淹水問題，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，亦係必要時方需執行之測試程序書，與電廠系統功能無直接關聯，因此此項問題並不會影響系統功能，其餘分析條件與第一項發現問題相同，故評估結果，此項發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

第 3 項問題係電廠針對氣候高溫，有必要事先建立因應對策防護作業，以因應未來溫室效應及天候可能異常變化，造成之氣候高溫，目前國內最高氣溫雖接近但尚未達設備組件之設計環境溫度，因此此項問題並不會影響系統功能，故評估結果，此項發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

第 4 項問題係電廠於颱風季節定期執行之廠區巡視及其相關紀錄，但電廠於颱風來襲前再加強執行之廠區巡視時並未留存紀錄，此項問題並不會影響系統功能，故評估結果，此項發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

第 5 項問題係現場巡視查證時發現二號機 EDG-2B 東南側出口門電磁鎖已失效，但內側仍有門扣住，係屬門禁管制問題，對惡劣天候防護未造成影響，故評估結果，此項發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

第 6 項問題係查證發現緊急柴油發電機之排煙管下半部已嚴重銹蝕並已有穿孔情形，其故障可能影響緊急柴油發電機之可用性，此問題電廠已積極進行改善行動，為求保守評估最惡劣情況(假設 2 台緊急柴油發電機因修理排煙管，導致一星期不可用)，依「核一廠風險顯著性評估 (PRiSE)」程式 1.01 版，進行爐心熔損頻率的靈敏度分析，分析結果發現風險影響相當小，屬無安全顧慮之綠色燈號。

第 7 項問題係查證發現緊急柴油發電機 85 萬加侖油料進口閥 V-111-200 已嚴重銹蝕，但該閥前後仍設計有隔離閥，因此此項問題並不會影響輸油功能，故評估結果，此項發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

第 8 項問題中有關查證發現起動變壓器 ST-A 建築物窗戶為一般玻璃窗，對承受颱風侵襲能力存有疑慮，但因玻璃窗距控制盤面仍有相當距離，受雨水侵害可能性不高，因此此項問題並不會影響起動變壓器功能，另發現變壓器 ST-AS 旁斜坡上樹木太高且靠近變壓器，颱風來襲時有可能造成變壓器有損壞之虞，此問題電廠已立即予以改善，故評估結果，此項發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

第 9 項問題係查證程序書 520 喪失廠外電源及程序書 535 廠區全黑時，發現當廠區全黑時，緊要匯流排重新受電後，一些緊要設備無法依預定程序自動起動，建議電廠修訂相關程序書，使符合實際情形，此項問題影響緊要設備自動起動功能但可改以手動起動並不會影響系統功能，故評估結果，此項發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

處置：

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，要求電廠進一步改進。

R22 偵測試驗作業查證

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。本次視察，係參考美國核管會視察手冊 71111.22「偵測試驗 (surveillance test)」之內容，選定核一廠與救援系統有關之低壓注水系統 (LPCI)、緊要海水系統 (ESW) 及電廠電力系統與緊急柴油發電機等系統，同時針對核一廠於喪失所有外電，必須執行全黑起動時是否會對電廠運轉產生不確定的風險為查證對象；查證紀錄時間則以 94 年 1 月迄今之一、二號機之相關測試紀錄為主，查證測試紀錄包含 606.2.1「低壓注水系統可用性測試」、606.2.2「低壓注水系統馬達操作閥運轉能力測試」、606.3.2「ESW 與 RHR Booster 泵運轉能力定期偵測試驗測試」，及電力系統全黑時相關程序書 310.10「氣渦輪發電機組分開併聯於 69KV 開關場 BUS 1 與 BUS 2 運轉操作規程」、733.21「全黑起動柴油發電機互相支援起動氣渦輪發電機組定期測試」與程序書 733.12.1「全黑起動氣渦輪發電機組定期測試程序書」等程序書之測試內容合理性及正確性，尤其針對全黑起動氣渦輪發電機之測試程序，是否確實符合全黑情況之起動需求進行查證；此外，並就程序書之測試紀錄、請修單、偵測試驗之程序及後續狀況處理是否完備等項目進行文件查核，並查證前述測試程序書是否依據運轉規範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，本項視察範圍涵蓋「屏障完整」、「救援系統」二項安全基石。

視察員駐廠視察期間之偵測試驗查證則包含：「聯合廠房冷卻水泵可用性 & 泵容量測試」(601.4.1)、「爐心噴灑系統 (CS) 可用性 & 流量測試」(606.1.1)、「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」(606.3.2)、「高壓爐心注水泵可用性 & 流量試驗

(額定壓力)」(606.4.1)、「 爐心隔離冷卻水系統可用性測試」(606.5.1)、「 主蒸汽管區域高溫度功能試驗」(602.1.4.3)、「 手動起動柴油發電機測試」(609.11)、「 緊急柴油發電機手動起動加載測試」(609.1.2) 等。

視察係以下列方式進行：

- 1.文件查核：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，並針對因颱風或豪大雨可能造成廠房或地下電纜溝淹水，現場勘察電廠執行程序書 757.5「廠內電纜溝預防維護程序」抽水的情形，與程序書所述是否有不合理之處及查證偵測試驗前之準備、測試時程序書之遵循、測試結果是否合乎要求判定及處理、測試後之設備回復程序等。

視察發現

本項視察共有 5 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。

說明：

- 1.程序書 512.1「核能電廠強震後緊急處理步驟」內容未配合地震儀之更新作修改。
- 2.程序書 733.12.1「全黑起動氣渦輪發電機組定期測試程序書」之測試程序符合全黑時之起動需求，惟其屬逐步確認類，應依程序書的步驟順序執行每步驟後按檢查結果勾選，抽查氣渦輪

發電機 1 號機於 95 年 3 月 27 日之執行紀錄有近一半的步驟未勾選。

3.抽查發現電廠於 95 年 4 月 3 日執执行程序書 733.21「全黑起動柴油發電機互相支援起動氣渦輪發電機組定期測試」時，應執行 DG-2 支援 GT-1，卻誤執行 DG-1 支援 GT-2，且 GT-2 52G 投入時發生 480V 電源喪失，但電廠未立即開立設備請修單，至 4 月 6 日發現 52DG-1 故障時才開出請修單。

4.地震、颱風或電力系統全黑時電力可由氣渦輪發電機組分開併聯於 69KV 開關場 BUS 1 與 BUS 2，但該期間如遇 BUS 1 或 BUS 2 不可用之情況，供電運轉如何操作，則並無明確之程序書可依循。

5.6/29 09:50 一號機執行 606.2.1「餘熱排除泵運轉能力及流量測試」時，發現控制室 H11-P601 盤餘熱排除系統熱交換器入口閥 MOV-E11-F047A 動作開關鑰匙仍在鑰匙箱內，但盤面上同時有另一把鑰匙正插在開關上，經查證此為備份鑰匙，鑰匙箱內亦無其置放位置，依程序書 104「管理實務」內 104.10 之 10.3 述明「試驗用或旁路開關用之各種鑰匙，限當值值班工程師本人保存及管制，其他人不得有上述鑰匙。」，因此不符合程序書規定。

分析：

第 1 項係程序書 512.1「核能電廠強震後緊急處理步驟」內容，雖未配合地震儀之更新作修改，但如需修改之部分多為燈號之內容敘述，運轉員處理步驟與精神則並未有所改變，因此不影響系統安全功能，故評估結果，此項發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

第 2 項問題為文件紀錄缺失，已請電廠注意改善，此一問題應不

致會影響系統功能，故評估結果，此項發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

第 3 項問題係電廠於執行定期測試程序書時測試項目弄錯而未知，發現測試失敗又未立即開立設備修單，應檢討改善。因本測試為交互支援測試，故第一時間應無法判定那一台氣渦輪發電機喪失全黑起動功能，依保守原則模擬氣渦輪發電機一台起動失效及二台同時起動失效時間為 30 天，再以「核一廠風險顯著性評估 (PRiSE)」程式 1.01 版，進行爐心熔損頻率的靈敏度分析，分析結果發現：基準爐心熔損頻率差額 (CDF) 為 $8.22\text{E}-10/\text{年}$ 及 $8.22\text{E}-9/\text{年}$ ，風險影響相當小，屬無安全顧慮之綠色燈號。

第 4 項問題係氣渦輪機可同時提供機組之緊急用電及石門三芝等地區之用電，但如遇其中一匯流排無法使用狀況下，電廠是否仍優先提供廠內用電或同時供應外電，電廠若同時供應廠內與廠外用電，則有可能發生核三廠 92 年 9 月因杜鵑颱風 161kV 外電暫態，造成跳機之虞，經與電廠值工師討論後，得知電廠實際作法將以廠內用電為優先，惟此部分電廠應建立明確之程序，以俾運轉人員據以執行。此項問題雖仍需再加強改善，但電廠運轉人員平時訓練已具有處理相關問題之能力，故評估結果，此項發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

第 5 項問題係偵測試驗有關之鑰匙管制不符程序書規定，運轉人員使用其他備份鑰匙且無適當管制，此項問題已發注意改進事項 AN-CS-95-006 請核一廠清查控制室內試驗用或旁路開關用之各種鑰匙備份的保管情形，鑒於電廠運轉人員平時即已對鑰匙管制有所認知及以往未曾因此項疏失而發生事故，故評估結果，此項發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

處置：

針對可以立即改善之項目，已請電廠立即改善。另外其他仍待電廠改進之項目，則將發注意改進事項，要求電廠改進。

R05 水災防護查證

視察範圍

本次查核範圍分為廠房內水災防護與廠房外水災防護，廠房內水災主要肇始事件為消防水誤動作或電廠設備中具有大型儲水槽或管路破漏，廠房外水災肇始事件主要為颱風與海嘯，本次視察係參考美國核管會視察手冊 71111.06 (Flood Protection Measures) 及電廠水災防護程序書 515、104.22 防颱項目附表。

本項水災防護查證，分成現場實地查證及文件查核兩種方式進行，在現場實地查證方面涵蓋電廠乾華溪邊坡護岸之完整性，以及安全系統之消防管路包含聯合廠房冷卻水系統 (CSCW)、除礦水儲存槽 (DST)、抑壓池 (TORUS) 等系統若發生破漏淹水狀況時，系統之穿越孔、電纜管及防水門、集水池、排水管等是否已有適當密封或相關的關斷閥是否確實關閉；同時針對核一廠程序書 757.5「廠內電纜溝預防維護程序」查證電廠執行電纜溝抽水的情形。文件查核部分，則主要查證電廠相關作業程序書及作業紀錄是否完整，本項視察範圍涵蓋「肇始事件」、「救援系統」二項安全基石。

視察發現

簡介：

本項視察項目有 5 項視察發現，初步評估視察發現尚未明顯影響安全績效指標，故評估結果，屬無安全顧慮之綠色燈號。

說明：

1. 抽查今 (95) 年電廠程序書 104.22 執行結果，查證結果未發現明顯缺失，惟乾華溪部分擋土坡坎有損壞狀況，已請電廠修復，另靠近氣渦輪機之乾華溪河床有雜草及樹叢，是否符合 FSAR2.4.2.2 假設乾華溪需要有 $87M^2$ 斷面之要求，已請電廠再

澄清。

- 2.因颱風或豪大雨可能造成地下電纜淹水，依程序書 757.5「廠內電纜溝預防維護程序」，現場勘察 MH-16 抽水的執行情形，情況良好，隔日再抽查已完成抽水之人孔蓋 MH-16、MH-17，除 MH-17 內有下層部份積水無法由抽水泵抽出造成電纜仍有浸水情形，餘無積水，此部份電廠說明已規劃在 DCR-2836 時，將會以底部用空心磚架高電纜來改善。
- 3.查證核一廠現行程序書，對於海嘯若沿著小坑大門北原橋經隧道湧入，電廠並無設置擋水砂袋等措施。
- 4.查證聯合廠房及 DST 若發生破漏，則 MCC 480V 1B 開關箱位置最低易受損。
- 5.查證核一廠現行程序書 113.5「災害防救要點」附件一之『災害防救整備項目』，查證是否依規定處置，查證結果發現有部分項目不符程序書要求。

分析：

第 1 項問題係程序書 104.22，電廠未發現乾華溪部分擋土坡坎已有損壞狀況，該損壞狀況由附近之地形與地物判斷並不會引發嚴重之土石流，造成乾華溪水流截斷，即使發生嚴重之土石坍方致完全截斷乾華溪水流，因核一廠廠房地勢標高係南高北低，而發現部分損壞之擋土坡坎係位於乾華溪下游靠近出海口附近，因此淤積之乾華溪溪水仍會流向出海口，應不會造成廠房淹水，故評估結果，此項發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

第 2 項問題目前電廠已全面清查廠內各人孔，成立改善對策 DCR-2836。人孔內既有排水泵者，全面檢查修復；人孔蓋高度過低，遇降雨則雨水容易流入人孔者，提升人孔蓋高度；積水嚴重人孔，增

設水位警報，使排水泵能自動啟動；另透過定期巡視抽水之方式，以改善積水問題，提高地下電纜絕緣品質，故評估結果，此項屬無安全顧慮之綠色燈號。

第 3 項問題經查證核一廠 FASR 2.4.6.2 台灣海嘯歷史，共發生 6 次對台灣有影響。因此依核一廠 FASR 2.4.6.5(風波浪 + 海嘯波浪)之分析，海岸坡之斜率為 1/5，海嘯上升高度為 9.0m；故核一廠址防範海嘯設計基準 FASR 2.6.10 之海嘯最大高度為 10.73m(9m 海嘯加上 1.73m)，經查證核一廠海岸公路及廠房地面高度之設計為 12m，因此符合 FASR 設計。同時查核一廠廠房地勢屬於南高北低，洪水或海嘯來臨時，仍會往地勢低的出海口方向流出。評估結果，此項發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

第 4 項係假設 DST 大漏，則此槽旁的 MCC 480V 1B 開關箱位置因接近地面可能因此而受損；位於同區域上層之 CSCW 熱交換器若大漏，則水會沿著旁邊樓梯流下，同樣可能造成 MCC 480V 1B 開關箱受損，評估結果 MCC 480V 1B 為非緊要匯流排，不屬於安全設備電源，故此項發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

第 5 項問題係依程序書 113.5「災害防救要點」附件一之『災害防救整備項目』逐項查核，依程序書規定平時應實施之準備事項，如：災害防救物質、器材、工具之整備；並彙整災害防救業務之相關資料、文件、紀錄等，並設有專卷留存供備查。查證結果發現：(1)擋水砂袋不符合檢查表中要求的 150 袋，且砂袋上已長出雜草；(2)檢查表中列有移動式緊急柴油發電機，但所登載之移動式緊急發電機是使用汽油，而非柴油，可見檢查表登載不實；(3)檢查表所列項目，有關柴油機規格與空氣呼吸器規格前後登載不同，且檢查項目不足，缺少清點抽水機一項；(4)油壓式升降車，未依檢查表中放置重機械房，而放置於備用變壓器房。評估結果，前述發現電廠均已立即改善，

不影響電廠防災功能，因此此項發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

處置：

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，要求電廠進一步改進。

R17 永久性設計變更查證

視察範圍

本次查核範圍主要針對電廠設計修改（DCR）案，是否將惡劣天候及水災防護納入考量，查證範圍以 94 年涉及安全系統之 DCR 案為主，本次視察係參考美國核管會視察手冊 71111.17（Permanent Plant Modification）及電廠設計修改程序書 1103.01。

本項永久性設計變更查證，分成兩種方式進行查證，一為現場實地查證，另一為設計變更資料查證。現場實地查證部分，是依據電廠相關程序書與美國核管會視察手冊 71111.17 之要求，查證電廠相關新增之 DCR 是否考量水災防護與惡劣天候，設計變更資料查證部分，則主要查證電廠 DCR 相關審查作業，是否完整而確實，及考量水災防護與惡劣天候，本項視察範圍涵蓋「肇始事件」、「救援系統」、「屏障完整」三項安全基石。。

視察發現

簡介：

本項視察項目有 2 項視察發現，初步評估視察發現尚未明顯影響安全績效指標，故評估結果，屬無安全顧慮之綠色燈號。

說明：

- 1.查證核一廠現行 DCR 審查評估表並未將淹水之可能性與防範納入考量，此部分缺失已請電廠檢討改進。
- 2.查證 DCR-1628 文件時，發現該 DCR 因未考慮乾華溪排水功能，以致將部分設備建於乾華溪堤防內，其是否符合 FSAR2.4.2.2 假設乾華溪需要有 87m^2 斷面之要求，已請電廠進一步澄清。

分析：

第 1 項問題係核一廠現行 DCR 審查制度，未將淹水之可能性與防範納入考量，此一問題長期雖有潛在因消防系統誤動作而造成安全系統失效之風險，惟目前核一廠安全系統現行多為預動乾式灑水系統，具有雙重防止誤動作之機制，因此誤動作之可能性甚低，另外核一廠安全系統廠房配置已有效區隔，並不會同時喪失高、低壓不同之安全系統，故評估結果，此項發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

第 2 項問題係核一廠 DCR-1628 因未考慮乾華溪排水功能，以致將部分設備建於乾華溪堤防內，可能不符 FSAR2.4.2.2 假設乾華溪需要有 87m^2 斷面之要求，FSAR 之分析假設係依千年洪水頻率作為基準，且該 DCR 設備建於乾華溪中下游，依核一廠廠房地勢標高係南高北低之設計，溢流之洪水應仍將流向出海口，故初步評估結果，此項發現屬無安全顧慮之綠色燈號，不過仍需電廠進一步之釐清。

處置：

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，要求電廠進一步改進。

R11 運轉人員再訓練

視察範圍

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，以及訓練教材及上課現場情形兩項重點進行視察，本季共挑選查核「防誤技巧訓練」、「緊要海水系統」、「高壓爐心注水系統」及「爐心隔離冷卻系統」等相關訓練項目，本項視察範圍涵蓋「肇始事件」、「救援系統」、「屏障完整」三項安全基石。

視察發現：並無安全顯著之缺失發現

R04 設備配置查證

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，針對核一廠風險度分析顯示風險貢獻度較高之緊要海水系統 (ESW) 及高壓爐心注水系統 (HPCI) 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。其他查核重點尚包括：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。本項視察範圍涵蓋「肇始事件」、「救援系統」、「屏障完整」三項安全基石。

視察係以下列方式進行：

- 1.文件查核：查核系統運轉程序書「緊要海水系統」(309.3)「高壓注水系統」(302.1) 及 OPER-12-E11/41「閥位佈置圖」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。

視察發現

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，故評估結果，屬無安全顧慮之綠色燈號。

說明：

- 1.ESW-B 台附近生水系統通往 RHR 熱交換器管路，依電廠規定生水管路應為綠色，但誤漆為紅色，ESW-A 台附近同一管路則為綠色。
- 2.RHR 系統之出口最小流量隔離閥，其閥牌遭油漆塗污，以致不易確認閥號，此問題之於前季視察執行 SDP 視察時亦發現相同問題，顯示此問題普遍存在於核一廠現場設備，電廠已承諾於大修時將全面檢討改善及更新。

分析：

第 1 項問題係管路油漆顏色正確性不符之問題，因此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。

第 2 項問題係管路閥牌遭油漆塗污之問題，因塗污部分尚不至完全無法判讀，且運轉人員於無法確認時會尋求協助，因此並不會影響運轉機組安全，故評估結果，以上發現屬無安全顧慮之綠色燈號。

處置：

針對可以立即改善之項目，已請電廠立即改善；有關第二項問題，則將要求電廠於機組大修時進一步改進。

R05 火災防護

視察範圍

本項視察係參考美國核管會視察手冊 IP71111.05.Q 執行查證，其目的是經由視察員來評估電廠防火計劃中的設備與材料現況及可用性，如電廠內可燃性物質的管制、火災偵測和滅火能力、若火災後和滅火的設備與程序等。每季由駐廠視察員依據下列方式巡視廠區進行評估：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 d.查證滅火系統（噴 CO₂）之噴頭是否堵塞或位移、壓力錶指示是否在接受範圍等，本項視察範圍涵蓋「肇始事件」、「救援系統」二項安全基石。。

視察發現：並無安全顯著之缺失發現

註：以上內容若有疑問，可電洽張欣科長，電話：(02) 2232-2160

附件

95 年度第 2 季核能一廠核安管制紅綠燈視察計畫

一、視察人員

(一)領隊：張科長欣。

(二)視察人員：趙國興、李建平、姜文騰、宋清泉、劉允平、
陳永泰、孟祥明。

二、視察時程：

(一)時間：95 年 5 月 8 日 5 月 12 日。

(二)視察前會議：95 年 5 月 8 日上午 10:00。

(三)視察後會議：95 年 5 月 12 日上午 10:00。

三、視察項目

惡劣天候及淹水之防護作業查證。

設備配置狀況查證。

四、其他事項

(一)視察前會議時，請電廠針對惡劣天候及淹水之防護提出下列
簡報：

電廠防護作業簡介。

待解決或改善事項及處理情形。

(二)請核一廠先行準備視察所需之相關文件：

94 年颱風期間運轉日誌與 921 大地震、納莉颱風、象神颱風等事件之異常報告、運轉日誌等文件。

95 年第 1 季 ESW、RHR、EDG 偵測試驗紀錄及請修單。

94 年颱風期間設備請修單。

核一廠 FSAR 文件。

94 年期間電廠執行與 ESW、RHR、電力系統含 EDG 有關之 DCR（含強震急停）文件及其相關之運轉規範資料。

(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：宋清泉（02）2232-2162。

視察照片



核能一廠核安管制紅綠燈視察前會議



核一廠執程序書 757.5「廠內電纜溝預防護程序」
抽水現場查證實況



二號機緊急柴油發電機之排煙管下半部嚴重銹蝕情形



核一廠 DCR-1628 建於乾華溪護岸情形