

核四廠訓練用模擬器專案視察報告

行政院原子能委員會核能管制處

中華民國 95 年 6 月 9 日

目 錄

壹、前言.....	1
貳、模擬器概述及視察項目與實施.....	2
參、視察結果.....	5
肆、結論與建議.....	21
伍、視察照片.....	22
附件一 核四廠訓練用模擬器專案視察計畫	
附件二 核能工程注意改進事項	

壹、前言

台電公司於88年3月17日取得原能會核發之核四建廠執照後，於同年即全面展開核四建廠工程，其後歷經核四再評估、停建及復工。在此期間，造成核四工程延宕，致使無法依原訂時程商業運轉。台電公司遂於去（94）年提出核四工程整體計畫時程展延申請(即核四廠一號機商業運轉時程展延六十個月，至98年7月)，經濟部並於去年12月底同意展延，並續送行政院進行核定。台電公司亦據此新計畫時程目標，重新檢討各分項作業及工程之現況，並修訂核四工程整體進度。

依據新修正之展延計畫，核四廠一號機預定之時程為97年1月試運轉測試、97年10月燃料裝填及98年7月商業運轉。為能落實達成一號機商業運轉之目標，台電公司除仍持續加速各項工程之施工外，亦需配合機組運轉人員之訓練及考照。依據「核子反應器設施管制法」第十一條及「核子反應器運轉人員執照管理辦法」第三條，明定核子反應器起動、功率變換或燃料裝填時，須在持有執照之運轉員監督下執行。因此核四廠運轉人員需於燃料裝填前，取得原能會核發之運轉人員執照。故為符合相關規定及運轉人員訓練之需求，於94年8月核四廠展開模擬器之裝機及測試。原能會為了解核四廠模擬器之安裝現況及運轉人員訓練規劃之情形，遂執行本次專案視察。

本次專案視察作業時程為95年5月9日至12日共計4日，

視察團隊由原能會核能管制處(9 人)及核研所核四建廠安全管制支援小組(2 人)等人員共同組成，並由原能會核能管制處賴科長尚煜擔任領隊，分別針對核四廠模擬器之電廠安裝後測試及運轉人員訓練之規畫等作業情形進行查核、了解。

貳、模擬器概述及視察項目與實施

核四廠是台電公司現有核能電廠中最進步的核能電廠，也是世界上技術最先進的核能電廠之一。核四廠儀控系統大量運用網路技術，縮減了傳統核電廠所使用的硬接線，因此控制室的盤面相較於傳統電廠大幅縮小，並使用觸控螢幕執行各項系統之操作。所以在運轉人員之操作模式上有別於傳統核能電廠以操作硬接開關之方式，而必須熟悉螢幕上各項畫面之觸控式操作。

核四廠模擬器係模擬一號機主控制室之配置設計，由美國奇異公司提供反應器爐心之核心模組 (Core Model)，供奇異公司與西班牙 Tecnatom S. A. 公司共同研發之 TRACS/NEMO 模式，來執行核反應器之中子動態與熱水流動態行為之模擬；其中 TRACS 係反應器爐心與壓力槽熱水流動態分析程式，NEMO 係與 TRACS 聯用之三維多節點中子動態程式。

核四廠模擬器硬體設備包括執行模式計算之主電腦、提供訓練功能之講師控制台、工程維護用之工作站、主控制台及大型顯示盤、平面顯示器 (INVENSYS 人機介面工作站) 及其他週邊設備等，各主要電腦間使用高速網路連接，以維持模擬器之電腦與各設備間之即時(Real Time)運作。上述架構，分別由德國 RDE 公司

負責模擬器工作站主體部份；奇異公司及 INVENSYS 公司共同負責模擬電廠程序與人機介面等相關之軟硬體設備；另外，主控制室之盤面，則由西班牙 INABENSA 公司與加拿大 SACO 公司共同承製。最後模擬器之整合工作，則由奇異公司負責。

核四廠模擬器規格必須比照一號機之配置設計，因此模擬器設計輸入資料必須隨著一號機之設計資料更新。然而目前模擬器之邏輯圖設計數據，係採用 91 年 10 月之一號機設計資料；操作畫面設計數據，則採用 92 年 4 月之一號機設計資料。由於現階段之模擬器，並非完全比照一號機之配置設計，故台電公司稱之為更新式模擬器 (Update Simulator)。Update 模擬器除了與一號機現況有所差異外，由於現有之系統架構與介面，無法解決測試階段所產生之差異問題 (如反應時間太慢、缺 41 個操作畫面及警報系統太慢等)。因此 Update 模擬器係屬於過渡性之模擬器，台電公司乃於 93 年 11 月開始準備全規模模擬器執行計畫 (Full Scope Simulator Implementation Plan)，並於隔年 3 月定版後，展開各項工作，預計於 96 年 9 月完成全規模之模擬器 (Full Scope Simulator, FSS)。屆時完成之 FSS 模擬器因與一號機仍有差異性存在，因此仍須再次修正模擬器，以貼近一號機之狀態。

由於初期安全分析報告 (Preliminary Safety Analysis Report, PSAR) 承諾運轉人員需於 FSS 模擬器進行為期至少三個月以上之訓練，在此期間亦應至少完成 PSAR 所列之 25 項運轉狀況之實際操作演練。依現階段模擬器之建置，並非核能四廠未來

作為訓練用之 FSS 模擬器。故本次專案視察除了對現階段模擬器之安裝與測試、測試後差異報告之處理、模擬器人因工程之執行及其他週邊設施等作業情形進行查核、了解外，亦對運轉人員訓練計畫、模擬器運轉與維護程序書之建立及狀況模擬演練劇本之完整性等進行查核。本次視察仍關注於將來提供全廠完整運轉訓練之 FSS 模擬器規劃與執行現況，並對其進行查核。

本次專案視察之實施項目及人員等，請參見核能四廠訓練用模擬器專案視察計畫(如附件一)。

參、視察結果

一、模擬器 SAT (Site Acceptance Test ,SAT) 執行結果查證

核四廠 Update 模擬器於訓練中心安裝完成後，依規定將進行允收測試。允收程序書(Acceptance Test Procedure , ATP)ATP-01 至 ATP-09 係依 ANSI/ANS-3.5 準則所要求規劃。ATP-01~ATP-09 程序書包括對模擬器之硬體、軟體、講師操作台、電廠升降載、暫態及異常 (Malfunction) 等項目，進行安裝後之允收測試。本項視察作業主要針對台電公司依據 ATP-01~ATP-09 程序書執行模擬器 SAT 之結果進行查證，並至訓練中心執行模擬器之劇本演練，有關視察情形、發現及建議概述如下：

- 1.目前Update模擬器尚有41個系統未建立，屆時這些系統建立於 FSS 模擬器時，將可能影響目前所執行SAT之結果。且就法規 ANSI/ANS-3.5 而言，其主論基礎是模擬器功能已達FSS之要

求，即使在此情況下，仍有可能與真正控制室功能存有差異，因此得藉由差異性訓練來補強。原能會關注未來FSS模擬器之完整性與正確性，核四廠在FSS模擬器建構完成之際，務必確實再執行一次SAT測試。

2.Update 模擬器之 SAT 執行結果，經查證核四廠已依據 ANSI/ANS-3.5 準則所要求規劃之 ATP-01 至 ATP-09 測試程序書完成測試工作。至本年5月9日止，測試結果共開立631件差異報告 (Discrepancy Report ,DR)，其中已結案有454件，未結案件有177件。目前核四廠仍在進行自擇項目測試 (Free Test)，並繼續執行Malfunction之功能等測試。

3.查證 Update 模擬器執行 SAT 期間所開立之 DR，依其重要性分成四類如下述：

(1) Critical：共開立 3 件，已全數結案。

(2) High：共開立 87 件，其中 59 件已結案，24 件奇異公司處理中，另 4 件待進一步確認。

(3) Medium：共開立 469 件，其中 350 件已結案，100 件奇異公司處理中，另 19 件台電審查中。

(4) Low：共開立 26 件，其中 13 件已結案，3 件奇異公司處理中，10 件台電審查中。

上述未結案之 DR，台電公司應儘速處理。

4.查證 Update 模擬器執行 SAT 開立差異報告之未結案件中，其不符合情形包括有系統邏輯未依新圖面更正、閘門失效位置不符或無法置於自動位置、安全參數顯示系統（SPDS）指示燈號不符、警報設定點不符及運轉畫面不符人因工程要求等事項，這些未結案之差異報告應於 Update 模擬器可訓練之前解決。並應在 FSS 模擬器執行 SAT 階段時，再逐一進行測試。

5.5 月 11 日上午查證 Update 模擬器進行汽機跳脫（Turbine Trip）劇本演練時，發現反應器功率下降至 4% 額定熱功率（RTP）以下有異常狀況，請台電公司開立 DR 追蹤改善。

6.Update 模擬器現場演練時，由於值班主任未配置麥克風等輔助工具，下達指揮命令之音量有可能與運轉員間之距離有遠近不一之關係，而位於值班主任較遠處的運轉員有可能聽不清楚造成解讀錯誤之虞，故建議在模擬器控制室之值班主任指揮台上增設一台麥克風備用。

7.查閱 Update 模擬器執行 SAT 之相關文件中，發現有部份文件之完成時間登錄有誤，例如 DR6272（SAT-0052）完成時間為 12/30/06 應為 12/30/05 之誤，DR6277（SAT-0056）完成日期為 Jan/16/2005 應為 Jan/16/2006 之誤。

二、模擬器差異報告（DR）執行結果查證

Update 模擬器在執行 SAT 時，若發現有與 ATP 程序書要求不一致，須依規定開立 DR 追蹤改善。本項視察作業係針對 DR 之管控、回饋機制、修復及處理程序等進行查證。有關視察情形、發現及建議概述如下：

- 1.核四廠目前以資料庫型式管理 DR，利用資料庫之優點，提供快速搜尋、分類及統計分析等功能。例如依性質分類有畫面顯示連接表 (DCT)、DPDS、硬體 (Sim. Hardware)、PCS、程序 (Sim. Procedure)、模組 (Model)、文件 (Sim. Documentation) 及軟體 (Sim. Software) 等八類；亦可按重要優先度(priority)分成 critical、high、medium 及 low 等四類。以資料庫之型式管理 DR 是非常方便及有效，值得高度肯定。惟該資料庫連線反應速度太慢，且經常斷線，針對此部份而言，尚有很大改進之空間。
- 2.台電公司在執行模擬器之工廠允收測試 (Factory Acceptance Test ,FAT) 及 SAT 期間產生之 DR，若對一號機設計有影響之部份，須回饋至一號機設計參考。目前核四廠執行 DR 回饋之管控機制，係在 DR 表單上之 unit 1 impact 欄位勾選，目前已勾選者計 2861 件。其中屬於 FAT 期間者，已於 FAT 進度會議中加以追蹤，至於執行 SAT 期間產生者，將於下次核四廠 DCIS (Distributed Control Information System) 進度會議中納入清查。若以廠商來分類，DRS 公司部分有較詳細統計分析，例如

納入修改者有 300 件、不需修改者有 91 件及準備修改者有 70 件，合計有 461 件。但為確保回饋機制之執行成效，以健全一號機之設計，台電應及早瞭解各廠家回饋機制執行現況。

3.Update 模擬器執行 SAT 期間產生之 DR，應由原先之各負責廠家繼續負責修復，公元公司係為 RDE 公司之下包商，故應會協助修復 TRACS/NEMO 等產生之 DR。目前與 TRACS/NEMO 有關且未結案之 DR 仍有數個，例如 DR 4853(spurious neutron big spike & Rx Scram)、DR 6497(啟動 MDRFP 時，水位變化太劇烈)、DR 6729(TRAC failure)、DR 6763(TDRFP 一台跳脫後，功率太高)等。由於 TRACS 係為較複雜之爐心熱水流程式，建議公元公司在修復此部份之 DR 時，應先經由奇異公司或 RDE 公司確認，以確保解決方案之正確性，且不會產生其他潛在問題。

4.DR 標題及敘述應力求清楚正確，以提供修復 DR 之工程師更能掌握 DR 之問題所在，並能節省修復時間。如 DR 6725(ATP-09 step 1.1 ATWS scenario can't be performed if the Rx APRM power is less than 5%)其問題可能是 LPRM 在預期暫態未急停期間測試值不正常 (reading abnormal during ATWS)。

5.在執行 FAT (含 FAT1 及 FAT2*) 期間產生之 DR，因反應時間

(response time) 之問題，而無法修改者，須移至 FSS 模擬器階段進行改善。由於反應時間會影響 SRV open time、VDU、mimic 及 alarm 等功能，故核四廠應對反應時間之差異，確認不會對訓練造成影響或規劃以其他方式加強訓練，避免因反應時間問題，影響訓練成效。

6.Update 模擬器執行 SAT 期間產生之 DR 須回饋至一號機設計者，目前只要求於 DR 表單上之 unit 1 impact 欄位勾選，未於軟體設計中強制要求勾選回應之廠家，建議日後設計類似表單時善用強制輸入之功能，以落實 DR 回饋機制之成效。

*：FAT1 執行期間為 91 年 12 月~92 年 4 月；FAT2 執行期間為 93 年 9 月~94 年 3 月。

三、模擬器人因工程執行結果查證

台電公司與奇異公司依照「人因工程驗證與確認執行計畫」執行核四廠模擬器人因工程，目前完成第二階段人因工程驗證與確認(HFE V&V-2)作業，並配合模擬器可用性測試(AVT)期間進行 HFE V&V-2.5 驗證與確認作業。本項視察主要就人因工程執行結果及人因工程未來之執行規劃等進行查證。有關視察情形、發現及建議概述如下：

- 1.龍門計畫人因工程驗證與確認作業(HFE V&V)依照執行計畫，自第二階段起即利用模擬器辦理相關工作，目前已經完成

的項目包括：

(1)HFE V&V-2 驗證(Verification)有關作業

查核主控制盤、遙控停機盤、安全參數顯示系統、警報系統、運轉畫面等，符合 NUREG-0700 設計準則。

(2)HFE V&V-2 確認(Validation)有關作業

評估人機介面整合系統之可使用性、監視與偵測、情境覺察、作業負荷、溝通與團隊作業等 5 個項目。其資料蒐集方式包括：

- 於 FAT-2 期間(93 年 9 月~12 月)，請台電公司驗收小組成員填寫問卷調查，蒐集主觀意見。
- 於 FAT-2 完成後由奇異公司具運轉經驗人員演練 17 個電廠運轉狀況劇本，進行客觀評量與分析。

2.HFE V&V-2 作業執行結果

(1)HFE V&V-2 驗證作業執行結果共計 197 項發現(包括主控制盤 54 項、遙控停機盤 20 項、安全參數顯示系統 47 項、警報系統 37 項、運轉畫面 39 項)，目前已結案 194 項，3 項尚未結案，請繼續追蹤辦理。

(2)HFE V&V-2 確認作業，台電運轉員問卷調查結果共歸納出 13 項意見(包含意見一致、意見分歧等不同程度)，奇異公司已經初步研擬相對應的改善方案，惟台電目前尚未與奇異公司達

成協議，請台電公司持續追蹤辦理。

- (3)另外針對 HFE V&V-2 確認作業之劇本演練部份，亦開列 20 項發現，目前已結案 18 項，餘未結案 2 項，請台電公司持續追蹤辦理。
- 3.對於 HFE V&V-2 作業發現之結案處置應審查其合理性，未結案的項目應要求奇異公司承諾於一定期限內處理完畢。
- 4.台電公司應持續要求奇異公司妥善處理台電運轉員在 HFE V&V-2 反映的問題。
- 5.請台電公司妥善規劃於模擬器可用性測試(AVT)時段執行 HFE V&V-2.5，加強整合確認。
- 6.請台電公司對於將來進行 FSS 模擬器測試階段時，應安排有充足時程進行測試，並將現階段發現之人因工程缺失有爭議之部份列為重點測試項目。

四、全規模模擬器（FSS）計畫執行

核四廠 Update 模擬器在執行 FAT 及 SAT 時，由於人機介面（MMI）及廠用電腦系統（PCS）發展較慢，造成缺少 41 個操作畫面；且因 Update 模擬器系統架構，無法滿足反應時間及警報系統之要求。雖然台電公司在執行允收測試時，對上述問題均開立 DR 管控追蹤。台電公司為了解決現階段模擬器系統架構無

法解決之缺失，已展開更換系統架構方式，以改善所遭遇之問題。本次視察作業主要對 FSS 模擬器之規劃與執行現況進行查證。有關視察情形、發現及建議概述如下：

1. FSS 模擬器之執行時程為 93 年 11 月至 96 年 9 月，目前已完成軟體開發與修改 (software development/modification)，正進行模組測試 (module testing)，預計於 95 年 8 月至 12 月進行非實體模擬測試 (dry run)，96 年 2 月至 6 月進行 SAT。
2. 台電公司當初提出之訓練需求評估 (training needs assessment) 是根據 update 模擬器 FAT 之 DR 進行評估，建議將 update 模擬器執行 SAT 期間產生之 DR，其影響應一併納入考量。另，應針對 FSS 模擬器重做訓練需求評估。
3. 建議 FSS 模擬器執行 SAT 時，應依循 ANSI/ANS-3.5 及 ATP-01~ATP-09 進行完整驗收，以確保未來之訓練品質。
4. FSS 模擬器目前已完成程式之移植 (porting) 作業，但仍約有 100 張 DR 待修復，將來這些新修改的程式也需移植至 FSS 模擬器，如何移植需有完善的構型管理之規劃及執行。
5. 現階段模擬器無法解決之 DR 均移到 FSS 模擬器階段處理，其中重要優先度分類屬於 critical 者有 DR 4853(spurious neutron big spike & Rx Scram)一項；重要優先度分類屬於 high 者有 DR

941(LVD display unreadable)等 19 項，建議 FSS 模擬器應依 DR 重要優先度分類處理。

6. DR 重要優先度分類屬於 GE expert needed 且為 long term DR 者有 DR 1324(alarm response too slow)等 10 項，建議 FSS 模擬器處理時，應先經奇異公司審查及確認。

7.WSC 公司無移植 LIDO/GRIPS 之經驗，其作法是直接移植由圖面產生之 FORTRAN 程式，而非移植圖面。若一切順利可能沒有問題，惟為確保程式移植完整性及正確性，建議若有修改 LIDO/GRIPS 時，應加強審查。

五、奇異公司對模擬器環境要求之改善

去年 8 月模擬器於訓練中心完成安裝測試後，奇異公司人員進駐工地進行模擬器軟/硬體維修及 DR 修復等作業。由於當時訓練中心大樓仍在施工，奇異公司對於施工環境提出 12 項影響工安衛生之事項，包括有走廊照明不足、廁所未完工、出入走道有障礙物、階梯扶手不安全、緊急逃生指示不明確、高架地板台階未完成、噪音…等，要求改善。依訓練中心各項工程逐漸完成後，除了噪音以外，其他均已改善。對於噪音部份，台電公司將施工中易產生噪音之工作項目，儘量避開模擬器作業時間。故在噪音問題受控制下，對於模擬器作業之影響，已降至最低。

六、模擬器運轉人員訓練計畫(含講師資歷及教材)

有關運轉人員之模擬器訓練依 PSAR 13.2.2.1.3 規定，需於 FSS 模擬器進行為期至少三個月以上之訓練，在此期間亦應至少需包括 PSAR 所列之 25 項運轉狀況之實際操作演練。此外，在講師之資格要求方面則需符合 R.G. 1.8”Personnel Selection and Training”及 ANSI/ANS-3.1-1993”Selection, Qualification, and Training of Personnel for Nuclear Power Plants”等之相關要求。由於預定今年 7 月進行之 Update 模擬器訓練教材及程序書仍未完成，因此本次視察並未針對訓練教材及程序書進行查證，係依奇異公司 Update 模擬器訓練規劃之測試要求執行情形進行查證。僅依據前述管制文件之要求，查閱有關訓練規劃、教材、人員資格等資料，並訪談電廠有關作業人員。有關視察情形、發現及建議概述如下：

1. 奇異公司所提供之”Lungmen Regular Training Simulator Training Plan(REV.0,6/02)”為目前電廠採用以進行運轉人員模擬器訓練之依據方案。根據該方案之內容顯示，其係針對 Update 模擬器及手動操作所規劃之訓練方案，此雖符合目前模擬器之現況，但不符合運轉人員模擬器訓練需於全規模（Full Scope）狀況下進行之 PSAR 要求，以及日後運轉可能之需要，核四廠應儘早研擬具體補正措施並執行。
2. 針對 PSAR 要求應納入模擬器訓練之 25 項運轉狀況，仍有 5 項

未列入預定於今年 7 月進行之 Update 模擬器訓練教材(即劇本)之情形，前述未列入之原因，將請核四廠說明及儘速確認並補正。

- 3.依 R.G. 1.8、ANSI/ANS-3.1 及奇異公司所提之模擬器訓練方案，對於模擬器訓練講師之資歷均要求以具有核電廠實際運轉經驗者為佳，對於 Tecatom 兩位講師之核電廠運轉經歷及是否曾擔任模擬器之訓練講師，將請核四廠補充說明。

七、模擬器運轉及維護程序書與人員編制

除人員編制外，本視察項目主要是查證模擬器構型管理（ Configuration Management System ,CMS ）符合情形，根據 ANSI/ANS-3.5 在這方面的要求有：模擬器設計文件的管理、模擬器與參考機組差異及解決的追蹤機制、建立模擬器測試及維護文件等要項。根據電廠人員表示，核四廠即根據 ANSI/ANI-3.5 規定執行，正進行電腦化，惟由於規定上有資料儲存及行政管制等不同層面的要求，因此就相關執行情形進行瞭解並提出下列建議事項：

- 1.目前 CMS 雖已建立模擬器設計文件資料庫，但相關程序書並未撰寫，建議應有一完整資料庫表單，並由程序書管控，以防疏失。其中有關未引用參考機組之資料及依優先次序使用之資

料也宜建立供參考。

2. 模擬器設計文件資料庫之更新部分，雖然可透過 DCR 案件等達到修改效果，但有些資料如程序書、FSAR 等內容，仍可能因單獨修改，以致未能配合更新，建議資料更新部分之管控也宜由程序書明確管控。
3. 建議根據 ANSI/ANS-3.5 之 4.4 節建立之模擬器測試宜有管控程序，俾便運轉人員訓練或測試時，能讓講師或考官事先掌握模擬器狀況，以確保人員訓練或測試之效能。
4. 模擬器所建立之程序書規定涉及其它程序書者，其介面宜事先建立或注意，程序書已完成者如：模擬器構型管理程序（135）與模擬器檢定程序（136），前者在測試規定中就未提到應執行 136；另外，若程序書仍在撰寫尚未完成者，如 135 提到有關 DCR 修改項目，屆時是否與電廠設計變更程序書（1103.01）有所聯結等，均應事先防範，以免遺漏。
5. 另外，根據簡報資料顯示，目前人員編制仍然不足，宜配合電廠人事規劃，在正式啟用前建制完成。
6. ANSI/ANS-3.5 之 3.1.2 Limits of Simulation 關於超出模擬器模擬限制部份，應建立模擬器有自動（automatic）或行政管制等方式提供警示，供講師參考，以避免影響訓練之成效。

八、狀況模擬演練劇本完整性查證

奇異公司正進行模擬操作訓練教材劇本之驗證與修改，預計於 5 月底完成，屆時將提送台電公司審查，本次視察僅以訓練教材劇本與 PSAR 承諾進行查證。有關視察情形、發現及建議概述如下：

1. 抽查核四廠提供之 31 份正常升、降載及異常事故模擬器演練

劇本，發現大部分模擬器演練劇本內容均可反應劇本訓練之需求，但部分異常事故模擬器演練劇本內容與該劇本課堂說明內容並不一致，建議台電公司予以逐項清查修正，以確保演練劇本內容之完整性。

2. 依據 PSAR 13.2.2.1.3 有關模擬器訓練之說明，運轉考照人員

應至少接受包含正常升降載及異常事故等 25 項模擬狀況之模擬器訓練課程。經查證核四廠目前所提供之 31 份模擬器演練劇本，結果發現如下：

(1) 查證相關正常升、降載模擬器演練劇本，發現正常升降載

模擬器演練劇本內容大致齊全，惟電廠並未將自動功率調節系統（Automatic Power Regulating System ,APR）及功率產生控制系統（Power Generation Control System ,PGCS）等自動控制功能納入正常升降載模擬器演練劇本之演練範圍，建議

電廠予以建立。

- (2) 經比對異常事故模擬器演練劇本各項模擬異常事故狀況，發現部分 PSAR 13.2.2.1.3 所要求之異常事故模擬狀況訓練課程，包括有 Loss of coolant that includes (a) Inside and/or outside primary containment (b) Large or small, including leak rate determination、Loss of instrument air、Loss of condenser vacuum、Loss of shutdown cooling、Generator trip 等計 5 項模擬狀況，核四廠目前並未納入相關模擬器演練劇本之演練範圍，建議電廠應建立審查機制，清查相關模擬器演練劇本之完整性，並儘速完成劇本之編寫，以符合 PSAR 13.2.2.1.3 之最低要求。
3. 經與電廠人員討論模擬器演練劇本內容之完整問題，電廠人員說明模擬器演練劇本之編寫係參照目前電廠各項作業程序書進行編寫，並未因受限於目前所使用之 Update 模擬器部分功能無法模擬，而致部分劇本劇情必須進行刪減，對於無法模擬演練之部分，電廠目前暫時係以講師台遙控操作，或利用輔助操作系統 (AOS) 進行取代，雖然此項暫時措施預計可於 FSS 模擬器完成後，獲得改善。惟仍建議電廠於日後 FSS 模擬器完成後，應持續加強相關系統偏差補償訓練，以強化人員訓練品質。

九、其他週邊設施

核四廠訓練中心興建工程仍持續進行，為配合運轉人員訓練時程，台電公司對於土木、電氣、消防及內部裝修等要求承包加速施工。本視察項目主要針對訓練中心週邊環境可能對模擬器訓練造成影響部份進行查證，有關視察情形、發現及建議概述如下：

- 1.訓練中心之土木工程（如大門、教室及空間桁架等）、電氣工程（如電源盤、分電盤及電纜管溝等）及消防設施（如大門緊急逃生指示標示、消防泵浦出口壓力表等）等主要工程仍持續施工中，並預定於本年5月底完成。若能如期完工，對訓練中心之使用應不會造成影響。
- 2.模擬器控制室係比照一號機控制室之模式進行規劃設計，目前除了照明系統差異（照度、炫光）進行改善外。尚有其他設備（例如通訊設備之 page party phone）尚未安裝，建議能於訓練前完成安裝，並請就模擬器控制室與一號機控制室之差異性，依據 ANSI/ANS-3.5 之第 4.2.1.4 節進行差異性評估。
- 3.訓練中心目前仍使用臨時電源，在模擬器安裝初期可能因電源不穩定或其他因素造成控制、I/O 及電源等卡片之故障，且現階段除了電腦主機、伺服器等設備使用不斷電系統（UPS）電

源外，其餘設備（如 WDP、MCC 及 SSC 等）並未使用 UPS 電源。故執行模擬器電源切換至正式盤面時，對於控制、I/O 及電源等卡片應有適當保護措施，以降低卡片之損壞；另，明年將進行 161kV 系統加壓，屆時使用電源將再次切換，為避免因電源切換，而造成卡片損壞之風險，建議應儘速執行模擬器相關設備改接至 UPS 電源，以提高模擬器設備電源之穩定性。

4. 模擬器安裝期間曾發生 UPS 設備室有結露之問題，目前以加裝工業級除濕機解決此問題，雖未再發生，仍建議在訓練中心完工啟用後，繼續追蹤設備室結露問題，以避免造成 UPS 設備損壞。

肆、結論與建議

核四廠訓練中心除了大樓之土木、消防、機電及建築裝修等週邊工程持續加速施工外，模擬器之 DR 修復及可用性之測試仍持續進行。除上述硬體工程尚未完成外，對於運轉人員訓練之規劃、程序書之建立及劇本之完整性等軟體的配套措施也仍在補強中。由於現階段模擬器之建置，並非核四廠將來提供全廠完整性訓練用之 FSS 模擬器，故本次專案視察主要是了解核四廠模擬器之執行現況。根據本次視察結果顯示，目前模擬器尚有 41 個系統無法操作，必須藉由講師操作台及輔助操作系統等協助下，才足以進

行運轉人員之訓練。故在上述軟、硬體設施未完備下，逕自進行運轉人員之訓練，可能影響人員訓練之成效。經由本次視察所發現之缺失，可以提供未來進行 FSS 模擬器建置完成時之測試參考。

針對視察中之各項發現與建議改善事項，雖視察人員均已於視察過程中初步告知相關人員，並於視察後會議中提出說明，且與台電公司相關部門人員充份溝通後，確認所發現問題確實存在。然為督促台電公司針對視察發現缺失落實改善，本會仍將依行政作業流程，以注意改進事項 AN-LM-95-007 將視察發現與建議正式函送台電公司，請其檢討改善或參酌辦理。對於其中應加以檢討改善之事項，本會將持續定期追蹤其執行情形至改善完成，期避免類似問題再次發生，並進而達到提升核四建廠施工品質之最終目標。



照片一：核四廠模擬器專案視察前會議（一）



照片二：核四廠模擬器專案視察前會議（二）



照片三：核四廠模擬器專案視察（一）



照片四：核四廠模擬器專案視察（二）



照片五：核四廠模擬器專案現況



照片六：核四廠模擬器劇本演練前討論（一）



照片七：核四廠模擬器劇本演練現況（一）



照片八：核四廠模擬器劇本演練現況（二）



照片九：核四廠模擬器專案視察後會議（一）



照片十：核四廠模擬器專案視察後會議（二）