

核四廠初始測試視察報告
(97 年第 2 季季報)

行政院原子能委員會 核能管制處

中華民國 97 年 8 月

目 錄

壹、核四廠本季初始測試狀況簡述	1
貳、核四廠品質保證計畫實施狀況查證	1
參、初始測試項目	1
一、 管路沖洗查證.....	1
二、 施工後測試項目查證.....	3
三、 系統移交查證.....	4
四、 試運轉測試項目查證.....	4
五、 起動測試項目查證.....	4
肆、機組運轉前之準備	4
伍、其他視察項目	4
陸、綜合結論與建議	5
附件一 備忘錄 LM-會核-97-04.....	7
附件二 備忘錄 LM-會核-97-09.....	8
附件三 備忘錄 LM-會核-97-10.....	9
附件四 注意改進事項 AN-LM-97-09	11
附件 A 初始測試視察結果追蹤表	15

壹、核四廠本季初始測試狀況簡述

依核四廠終期安全分析報告(FSAR)及起動管理手冊(SAM)的規定，初始測試可分為：施工後測試(PCT)、試運轉測試(Pre-op test)及起動測試(Startup test)等三階段。此外，管路沖洗及系統移交作業亦為整個初始測試階段重要工作項目，故核四廠聯合試運轉小組下即涵蓋了上述五個重要的工作小組，而本視察報告亦主要係針對這五個小組之工作進度及視察發現，逐項加以檢討。

97 年第 2 季(4-6 月份)之初始進度方面，管路沖洗作業自 97 年 2 月份正式展開後，本季工作重點在於與反應爐水壓測試力邊界內管路及反應爐廠房冷卻水系統之沖洗作業。施工後測試則集中在反應爐水壓測試相關的準備工作，並完成少數迴轉機(如：控制棒驅動機構 CRD 馬達/泵)的測試等，另電氣部分亦依工程進度如 4.16kV 安全串之開關箱、斷路器、保護電驛及盤界面等之施工後測試亦開始進行中。系統移交方面，電廠僅有水廠及部分與 161 kV 加壓之文件正在移交中。至於試運轉測試及起動測試均僅限於程序書的編撰及發行，尚未正式展開。

貳、核四廠品質保證計畫實施狀況查證

本季未執行本項目之視察，預計下一季將執行核四廠施工後測試品質保證計畫實施狀況之查證。

參、初始測試項目

一、 管路沖洗查證

本季共計實施約 5 人天之管路沖洗查證，主要係針對核四廠 1 號機反應爐水壓測試壓力邊界內相關管路及反應爐廠房冷卻水系

統之管路沖洗作業，完成視察報告乙份並上網公布(編號：NRD-LM-97-03)，視察範圍及其發現摘錄如下：

1. 管路沖洗程序書執行狀況

核四廠管路沖洗作業主要係依據其編寫之起動管理手冊 SAM-20、21 及東芝公司技術顧問之建議來執行，其接受標準則是參考 GE 公司之規範及日本東芝公司相關規範。經實際查證及核對核四廠執行狀況，核四廠均依循起動管理手冊步驟及程序書執行，同時日本東芝公司技術顧問亦負責指導核四廠執行管路沖洗作業，作業狀況良好。

2. 管路沖洗現場作業及臨時沖洗管路設備運作情形

核四廠管路沖洗作業係由核四廠修配組負責實際工作之進行，原本電廠打算利用既有之設備（除礦器）執行管路沖洗作業，但因相關設備尚未完工，核四廠因此援用日本電廠做法，即外接臨時管路及過濾器方式執行。核四廠已建立管路沖洗作業相關程序書，核四廠品保人員亦建立停留查證點，使得核四廠雖係利用克難方式執行與反應爐水壓測試相關系統之管路沖洗作業，大體而言並未出現重大問題。經實際抽查部分管路與其計畫實際狀況核對，結果狀況良好，電廠均依計畫要求執行，並建立類似運轉中電廠紅卡管制措施，管制管路沖洗邊界閥，以避免人員誤開啟邊界閥，獲致良好成效。

惟於現場查證時，發現因原始系統管路之支撐未考慮外接沖洗管路之重量，因此可能對系統銜接管路之支撐有所影響。另外核四廠執行管路沖洗作業時，因沖洗範圍之系統管路永久支撐多已裝置完成，但經查證支撐之插銷並未拔除，因此管路支撐係處於剛性狀態，執行管路沖洗作業時之流體流動與鹼洗加熱所產生之管路位移，可能會對系統管路之永

久支撐產生影響。針對此項發現，已發備忘錄編號：LM-會核-97-04（附件一）請核四廠說明及改善。

3. 管路沖洗紀錄及水質儀器校正

核四廠反應爐水壓測試相關管路沖洗作業分為數個階段（沖洗、鹼洗、洗淨），每個階段皆以水質標準作為是否執行下一個階段之依據，因此水質檢測儀器之校正及紀錄十分重要。沖洗時程雖時有變更，但相關步驟電廠均依照程序書執行，經實際查證核四廠各階段之水質檢測均有完善之紀錄與留存，核四廠品保人員亦訂定停留查證點，針對水質檢測紀錄進行查證，惟，視察時發現現場執行水質檢測之酸鹼值（PH）儀器每日使用前均須校正，但現場作業查證電廠並未留存相關校正紀錄，本項缺失係於核四廠定期視察時發現，因此已併入該次定期視察缺失一併開立注意改進事項AN-LM-97-004，請核四廠改進。

二、 施工後測試項目查證

本季進行施工後測試之查證可分成：測試程序書審查及現場作業查證等兩方面

1. 測試程序書審查

依本會施工後測試視察方案的內容規劃，本季內執行完成兩份測試程序書的審查：迴轉機測試程序書及一次圍阻體局部洩漏率程序書，並將審查結果分別開出備忘錄 LM-會核-97-09（附件二）、LM-會核-97-10（附件三）。基本上目前前電廠大量使用簡式施工後測試程序書，對於其測試目的及接受標準等資料，沒有較為清楚的敘述，此外簡式程序書的格式也與初期安全分析報告的承諾不盡相符，詳細資料可參與附件兩份備忘錄的內容。

2. 施工後測試現場作業查證

控制棒驅動機構之馬達及泵軸對心作業之施工後測試作業於 97 年 6 月份展開，由於現場電源接線及電纜托架等尚未完成，故本次係使用臨時性接線及開關箱與保護裝置等設備進行測試，由於這是電廠少數迴轉機類設備開始執行施工後測試，參與測試的人員很多，造成現場擁擠的情形，加上正式施作前並未召開工具箱會議，對於工作人員可能有潛在的不良影響，故本會開立備忘錄 M-會核-97-09（附件二），請電廠檢討改善。

三、系統移交查證

由於電廠本季並沒有完成任何一件系統移交作業，本會亦未執行相關查證工作。

四、試運轉測試項目查證

核四廠尚未執行至試運轉測試階段，目前僅有工作重點為試運轉測試程序書之編寫及發行，電廠試運轉測試程序書共應有 290 件（依狀況可能再行增減），到第 2 季結束時已核準發行者為 68 件，餘尚在編寫或審查中。本會則持續收集並研讀試運轉測試程序書，以利未來執行測試之視察。

五、起動測試項目查證

（電廠目前尚未進入此階段）

肆、機組運轉前之準備（電廠目前尚未進入此階段）

伍、其他視察項目

本季所執行之龍門核能電廠第 31 次定期視察，係以核四廠

準備反應爐水壓測試狀況為主，視察範圍包括：反應爐壓力邊界、相關設備、測試程序書、品保方案及檢查分組等狀況等。另委由核能科技協進會邀請日本原子力安全基盤機構（JNES）核燃料循環本部檢查隊長島 博文先生、檢查員鈴木雄二先生及核能科技協進會謝牧謙博士與陳心泰研究員擔任會外專家共同參與執行視察。

此次視察後完成視察報告 NRD-LM-97-04，並公布於本會網站上。視察時發現反應爐水壓測試需完成之先備條件，核四廠尚有許多項目未能達到，諸如測試計畫所準備之現場鉚道立體圖(ISO 圖)不完整、壓力邊界範圍內之小支架尚有超過一半未完成及施工與品質管制人力未隨之增加，致使大量設備施工後測試品質文件無法完成等作業缺失，因此，核四工程在加緊趕工之際，如何持續維持整個施工後測試品質，以確實完成 1 號機反應爐水壓測試，仍有相當之改善空間。

針對本次視察過程中發現之各項缺失及建議事項，視察人員除均已於視察過程中立即告知會同視察之台電人員外，更於視察後會議中提出說明，並與施工處相關部門人員再進行討論，確認所發現問題確實存在。而為促請台電公司確實考量缺失情形並參酌各項建議，以督促龍門施工處針對視察發現缺失進行改善，鑑於此次視察發現項目繁多，本會已依行政作業流程，擷取前述視察發現屬較重大且需核四廠改善部分，並依其缺失性質分成三大類，以注意改進事項 AN-LM-97-09 正式函送台電公司（詳附件四）。而各項缺失改善情形本會亦將持續定期追蹤其執行情形，以督促台電公司及龍門施工處或核四廠完成改善，並期避免類似問題再次發生，以達到提升核四建廠施工品質之最終目標。

陸、綜合結論與建議

本會自 97 年起針對核四廠初始測試階段，執行團隊、專案、駐廠視察等之管制措施，本季除駐廠視察外，共執行 1 次團隊視察、2 次施工後現場查證及 2 次份程序書審查，視察期間發現缺失或請電廠澄清者，共計有 1 件注意改進事項及 3 件備忘錄，另外依據視察過程，共撰寫視察報告共四份，希望藉由現場查證之管制手段，增加電廠對初始測試及設備品質之保證。

為確實掌握視察發現所發出之各項管制措施(注意改進事項、備忘錄、審查意見、會議紀錄等)及後續處理，特編列「核四廠初始測試視察結果追蹤表」表單，以利後續追蹤事宜。(詳如附件 A)

核能電廠視察備忘錄

編號	LM-會核-97-4-0	日期	97 年 4 月 15 日
廠別	核四廠	相關單位	核能安全處
事由：請核四廠1號機管路沖洗作業對管路支撐所可能產生之影響。 說明：本會駐廠視察員於97年4月11日執行1號機管路沖洗作業視察時，發現以下問題： (1) 因核四廠目前管路沖洗作業係利用外接臨時管路的方式執行，由於原始系統管路之支撐並未考慮外接管路之重量，因此臨時管路對系統銜接管路之支撐是否產生影響，請加以評估。 (2) 核四廠執行管路沖洗作業時，相關系統管路之永久支撐多已裝置完成，但經現場查證發現支撐之插銷並未拔除，因此管路支撐處於剛性狀態，執行管路沖洗作業時之流體流動與鹼洗加熱所產生之管路位移，是否對系統管路之永久支撐產生影響，請加以評估。 (3) 請考量於管路沖洗程序書中，增加管路充水後對管路永久支撐完整性之檢查項目。			
承辦人：宋清泉		電話：02-22322125	

核能電廠視察備忘錄

編號	LM-會核-97-9-0	日期	97 年 7 月 9 日
廠別	核四廠	相關單位	核能安全處
事由：核四廠CRD泵程序書審查及施工後測試，視察發現缺失如下，請澄清並改善。 說明： 1.程序書並未列入測試目的及其達成要件。 2.請澄清程序書各項測試（如：震動、溫度、偏心及噪音）之接受標準依據為何。 3.測試現場區域狹小，旁觀人員太多，應加以管制以免妨礙工作進行。 4.測試前雖有召開討論會，然現場施作前並未執行TBM（工具箱會議），請改善。 5.CRD泵A台對心作業，現場工作時一開始難以達到接受標準，請電廠提出檢討肇因，以做為日後類似作業之改善依據。			
承辦人：王廸生		電話：02-22322123	

核能電廠視察備忘錄

編號	LM-會核-97-10-0	日期	97 年 7 月 14 日
廠別	核四廠	相關單位	核能安全處
事由：核四廠一次圍阻體局部洩漏率測試程序書審查，發現缺失如下，請澄清並改善。 說明： 一、核四計畫施工後測試程序書PCT-MCP-006「一次圍阻體局部洩漏率測試 (Type B&C LLRT)」內容說明並未包含測試目的、參考文件、注意事項、測試步驟等等，基本上，程序書內容格式並不符合PSAR第14章Table 14.1-1之要求，無法明確說明測試步驟之執行為何，請澄清。 二、本程序書說明3.6中說明一次圍阻體之峰壓測試壓力Pa為268.7 kPaG，但經查FSAR第6章Table 6.2-1顯示，於假設之FWLB事故發生時，乾井之最大壓力278.5 kPaG，請澄清。 三、本程序書說明3.8中並未明確說明讀取四次洩漏率之時間間隔為何，請澄清。 四、依據ANSI N274 Rev.3個別穿越件氣密性是否完整之判定依據，個別穿越件之洩漏率不得超過 0.05 La (約8400 SCCM)，然B類測試項目並未訂定各項洩漏率之接受標準，請澄清。 五、依據ASME Code Sec. XI IWV之規定，C類各穿越件之圍阻體隔離閥，每只閥之允許洩漏率為每1吋直徑的閥每分鐘允許洩漏 150 SCCM，逆止閥則為300 SCCM，但本程序書相關測試接受標準之訂定，並未完全符合前述之要求，請澄清。 六、LLRT各項測試若採壓降法，程序書並未依ANSI/ANS-56.8-1994第6.4.3節說明至少之測試時間要求，請澄清。 七、LLRT測試期間應確保LRM操作溫度符合要求，但本程序書於執行LLRT期間並未記錄相關環境溫度，請澄清。			

- 八、上乾井氣鎖門、下乾井氣鎖門及MSIV之洩漏率未列入B+C類之總洩漏率，不符合10 CFR 50 App. J第 III.B.3/III.C.3節及本會「核能電廠圍阻體洩漏測試技術規範」之測試要求，請澄清。
- 九、依據10 CFR 50 App. J第 III.C.1節及本會「核能電廠圍阻體洩漏測試技術規範」之測試要求，有關Type C之測試方法，其加壓方向必須與發生冷卻水流失意外事件時流體系統之方向相同，若以不同方向加壓則應評估不影響測試結果或更為保守，但本程序書之相關測試並未作此要求，請澄清。
- 十、依據10 CFR 50 App. J第 III.C.2.(b)/III.C.3節及本會「核能電廠圍阻體洩漏測試技術規範」之測試要求，有關Type C之測試壓力，對具有封環系統以流體加壓作密封之閥，則須以相同流體加壓至1.1 Pa壓力進行測試，同時，相關洩漏率應符合運轉規範或相關基準之要求，但本程序書之相關測試並未作此要求，請澄清。

核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-97-009	日期	97 年 6 月 16 日
廠別	核四廠/龍門施工處	承辦人	宋清泉 2232-2125
注改事項：龍門計畫第 31 次定期視察建議改善事項-反應爐水壓測試準備作業部分。 內容： 一、查證核四廠反應爐水壓測試計畫及程序書內容，請澄清或改進以下問題： 1.再循環水系統（B31）馬達沖淨管路圍阻體外側隔離閥 1B31-BV-0004A~K，未納入測試壓力邊界，與 GE 公司反應爐水壓測試規範不盡相符。 2.部分止回閥上下游的逸氣閥或洩水閥於測試期間均為關閉隔離狀態，不符合反應爐水壓測試計畫所提確保止回閥上下游管路能連通加壓之原意。 3.參考日本 JNES 參與本次視察人員之經驗，核四廠反應爐水壓測試之加壓速率似有過大之現象，請考量酌予減低，或對於接近測試壓力時之加壓速率另訂要求。 4.反應爐水壓測試時的水質要求，並未含 GE 公司規範要求之 S2- 濃度檢測，請澄清如何執行。 5.核四廠擬增加臨時往復式電動泵做為第一階段之升壓工具，其操作方式及步驟請加入程序書中，並明定第一階段升壓之目標值及規劃臨時往復式電動泵安裝地點及系統流徑等事項。 6.主蒸汽（B21）、再循環水（B31）及爐水淨化（G31）等系統安裝溫度元件之 Thermo-well 係為反應爐水壓測試壓力邊界範圍之組件，但該組件並未標示於相關 ISO 圖上，請建立管控查核機制，確保壓力邊界範圍內所有需測銲道均已納入。			

核能電廠注意改進事項(續頁)

二、經本會視察員會同龍門施工處/核四廠人員進行反應爐水壓測試相關之現場查核，發現以下待改進事項：

- 1.龍門施工處所提供之反應爐水壓測試壓力邊界範圍內鐸道清單與現場狀況並不完全一致，請確實檢討並確認鐸道清單之正確性。
- 2.檢測焊道用的台架目前尚未架設，照明也沒有額外增設，亮度不足以執行檢測焊道。請依據測試時程儘早規劃，並統計列出須架設之台架與照明之數目及位置。
- 3.鑒於核四廠一號機現場仍在施工，以及受測試範圍鐸道尚無法確認之現況，因此為確認測試時不易接近之鐸道，檢測人員之目視距離是否符合法規，請於測試前進行現場巡查(walkdown)確認並記錄之。
- 4.CRDH 爐底穿越孔數量龐大，空間狹窄，且無標記可供辨視，檢測時可能需經常性之移動，而本項檢查作業尚無程序書，如何確保每一 CRDH 鐸道均被完整檢查，不致遺漏或重複檢查，請妥善規劃。
- 5.臨時指揮中心及臨時增壓泵區域，應設置足夠之消防設備，以符合工安要求，並防範火災的發生。
- 6.現有臨時水位計水位為透明軟管，請考量是否改為硬質透明管，藉以增加其耐壓強度。
- 7.臨時壓力計之表頭除刻度範圍須符合 ASME 規範要求外，應能精確地鑑別反應爐水壓測試期間之壓力讀數。日本專家的經驗顯示，係採用 0.5 kg/cm² 為壓力計的最小刻度。
- 8.一號機上乾井 1B21-STRT-0107 及 0407 分別鐸接於 RCCV Wall 上之 EM-031949 與 EM-031958 埋鈑，雖經 GE 公司於 CIR 中澄清只要滿足鐸道尺寸即可，但依圖需 48cm 之包覆鐸，現場量測僅約 45cm。本案至今仍未完成該項檢驗，且仍有鐸道尺寸不足情形，請查證後說明本案相關檢驗及處置是否符合品質檢驗與品保要求。

三、反應爐水壓測試相關施工品質查核，待改進或澄清問題如下：

- 1.經抽查施工處品質組所提供之反應爐水壓測試相關 ISO 圖清單，發現

核能電廠注意改進事項(續頁)

部分本次核四廠一號機反應爐水壓測試壓力邊界範圍內所需之相關 ISO 圖面並未列於清單中，請建立清查機制。

- 2.經查證龍門施工處品質組辦理成套文件審查作業，僅偏向程序提送管理，而缺乏實際審查與管控機制，請加強文件建檔管理與審查，且應自行建立文件清單而非只是依據中鼎公司所提資料清單管理。
- 3.核安處品保部門雖會針對施工處檢驗表進行線上審查，但相關審查意見只存於電腦內，未納入施工文件或檢驗表內供參考，為避免電腦故障資料散失，請龍門施工處妥善備分或增加紙本。
- 4.核四廠已完成 CRDH to Stub Tube 銲道檢查之 Remote 目視設備準備，但並未依據 ASME Code 準備作業程序書及進行能力驗證展示作業，請研擬改正，另核四廠所編寫之反應爐水壓測試相關程序書未經中鼎 ANI 人員接受，故此一作業方式及其結果，是否可為中鼎 ANI 同意接受，亦請再確認。
- 5.經查證 FCR-NSS-375 所附之設計變更圖面，並核對品質組提供之管制版 ISO 圖，並未顯示相關變更內容，仍為舊有之管制版，請檢討有關圖面變更管制作業之周延性，以免圖面與現場不符合。
- 6.經查證包含 NCR-826、FCR-338、FDDR LT1-01015 及 QAI 96-029 等，均與一號機 CRDH 與 STUD Tube 之銲道腳長尺寸有關，其上游文件 FDDR LT1-01015 仍未結案，但相關下游文件包含 QAI 96-029 品保查證卻結案之不合理情形，因本案涉及重要設備壓力邊界品質，請儘速澄清並辦理結案。
- 7.目前台電公司辦理本會注意改進事項與備忘錄等與 RPV 水壓測試相關範圍內項目，經查證依施工處品質組提送（97.05.27）之結案資料，仍缺 AN-LM-97-004-1-（5），請補列。
- 8.抽查 ISO DRAWING No.1E11-M4045 之檢驗紀錄文件，發現有以下缺失：
(1)清單顯示有 5 座管架安裝檢驗表，但無管架安裝銲接檢驗文件，且

核能電廠注意改進事項(續頁)

提送至品質組之文件中亦無管架安裝銲接檢驗文件。本案顯示除無法直接追溯管架安裝銲接檢驗表外，也無法追溯該文件之歸檔情形，請檢討改善。

(2) 在銲接作業檢驗表目錄中登錄有銲補之銲接作業檢驗表(W-00040)，卻缺少原始之銲接作業檢驗表，另，清單中登錄有銲補之銲接作業檢驗表(W-00042)，但文件內卻僅有銲補前之檢驗表項目，顯示銲接作業檢驗表文件不夠完整，請檢討改善。

(3) 各管路銲道之非破壞檢測紀錄，於銲接作業檢驗表均有登載其紀錄編號，惟清單中並無相關非破壞檢測紀錄，請補列入成套品質文件。

參考文件：

核四廠初始測試視察結果追蹤表

97 年第 2 季

編號	主題	程序書審查 (報告編號)	視察報告 (報告編號)	管制文件	結案	備註
LM1-001	RPV 水壓測試		NRD-LM-97-004	注改 AN-LM-97-009	否	第 31 次定期視察
				會核字第 0970008960 號函（審查水壓測試計 畫及程序書）	否	
				會核字第 0970008576 號函（審查水壓測試計 畫會議紀錄）	否	
LM1-002	管路沖洗作業	N/A	NRD-LM-97-003	備忘錄 LM-97-04-0	是	管路支架應力
LM1-003	迴轉機 PCT 測試	06-P-01	06-C12-01	備忘錄 LM-97-09-0	否	CRD 泵 PCT
LM1-004	LLRT 程序書審查	11-P-01	NA	備忘錄 LM-97-10-0	否	