

核四廠初始測試視察報告
(97年第3季季報)

行政院原子能委員會 核能管制處

中華民國 97 年 10 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	3
一、 管路沖洗查證.....	3
二、 施工後測試項目查證.....	4
三、 系統移交查證.....	5
四、 試運轉測試項目查證.....	6
五、 起動測試項目查證.....	6
肆、機組運轉前之準備	6
伍、其他視察項目	6
陸、綜合結論與建議	7
附圖一 核四廠一號機管路沖洗進度	8
附件一 備忘錄 LM-會核-97-09-0.....	9
附件二 備忘錄 LM-會核-97-09-1.....	10
附件三 備忘錄 LM-會核-97-10-0.....	11
附件四 備忘錄 LM-會核-97-10-1.....	13
附件五 備忘錄 LM-會核-97-13-0.....	14
附件六 備忘錄 LM-會核-97-14-0.....	16
附件七 備忘錄 LM-會核-97-16-0.....	17
附件 A 初始測試視察結果追蹤表	18

壹、核四廠本季初始測試狀況簡述

依據核四廠終期安全分析報告(FSAR)及起動管理手冊(SAM)規定，初始測試分為：施工後測試 (post construction test, PCT)、試運轉測試 (preoperational 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 (JTG) 下即涵蓋了上述五個重要的工作小組。本視察報告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3季(7-9月份)之初始測試進度方面，管路沖洗作業由於施工處進度落後，延遲交出管段，並由於發生若干工程與測試問題，以致沖洗作業時程落後，僅完成一些較小範圍的管路沖洗。施工後測試則執行完畢936項中的48項，約為5%，大部分為電氣系統，及少數迴轉機測試，進度嚴重落後。系統移交方面，電廠僅有水廠、161kV加壓及非緊要多工傳輸系統(NEMS)部分文件移交。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

本季執行龍門計畫第32次定期視察，視察項目包含施工後測試品質保證計畫實施狀況之查證。從承包商完成組裝進行施工後測試作業，除了承包商自主檢查及經辦組檢驗外，龍門施工處品質組及核安處品保小組應分別依職責執行會驗或稽查等品保作業，為確保施工後測試作業之品質，乃就核安處品保小組、龍門施工處品質組及核四廠品質組等執行相關之品保作業進行瞭解及查證。

視察結果發現核安處駐龍門工地品保小組執行施工後測試作業，對於安全(S)級及可靠(R1)級之品質文件審查與現場稽查，

雖有小缺失，但大致上符合要求。由於目前現場執行施工後測試項目不多，品保小組大多能配合參與，但將來全面性展開施工後測試作業時，恐無法如目前方式配合參與，建議仍應建立施工後測試稽查計畫，並明訂巡查設備之名稱或區域，以避免重複巡查或有遺漏等現象之發生，以確保品保之稽查機制。

目前施工處執行施工後測試作業前，先進行所謂 Dry Run 測試（或稱預試），若發生測試不符合要求（如執行 CSTF 測試發生高振動問題），並沒有任何相關之管制機制（如開立 NCR 等），任由廠家或經辦組自行改善處理。對此似有規避既有施工後測試品保作業之嫌，雖 dry run 定位為仍屬於承包商執行階段，仍應建立對 dry run 測試不符合部分之管制措施。已要求施工處應建立對先期測試不符合部分之管制措施，以確保 dry run 測試過程之品質。

查閱檢驗表執行現況，施工後測試檢驗表均呈現符合。施工處品質組表示如發生檢驗項目不符合情況即退回經辦組與承包商改善，再進行檢驗。由於無不符合檢驗表之處理情形，檢驗表內容無法涵蓋對於設備檢驗不符之原因與改善措施，已要求台電公司應依正常程序開立 NCR 或其他管制機制，以確保測試過程的品質作業。

依據現場查證施工後測試之結果顯示，施工處品質組對於現場品質監督之績效不彰，將來全面展開施工後測試作業時可能無法肩負職責，達到品質作業要求。施工處品質組應確實建立並執行施工後測試品質查核計畫，積極要求品質查證人員資格與善盡職責，以確保工程品質。

此外施工後測試作業核四廠品質組之角色定位為何，請澄清。即將進行之試運轉測試，核四廠品質組負責執行品質查核作業，為確保試運轉測試之品質查核作業，核四廠品質組應即著手研擬試運轉測試稽查計畫，並儘速發行使用。對於施工後測試執行後已移交或待移交之文件，依核四工程狀態，未來文件之增補與更換，恐難

以避免，為確保移交文件之完整性，應預為規劃，以利後續作業。

以上相關視察發現詳見「龍門計畫第 32 次定期視察報告」。

參、初始測試項目

一、 管路沖洗查證

管路沖洗作業自 97 年 2 月份正式展開後，負責管路沖洗作業的修配組相繼完成與反應爐水壓測試相關之 ECCS（緊急爐心冷卻系統）、飼水與主蒸汽管路之沖洗。第 3 季完成 FPCU（燃料池冷卻與淨化系統）管路，並包括一小段 Phase 1-1 的 SPCU（抑壓池冷卻與淨化系統）管路及 ASS（輔助蒸汽系統）之管路沖洗作業，雖然完成 RBCW（反應爐廠房冷卻水系統）及 ECW（緊要寒水系統）管路之沖洗，但因施工處工程問題（thermowell 安裝與清理），尚未完成最後沖洗與回裝作業。規劃中應於第 3 季進行之 CSTF、DST、TBCW、NCW 管路沖洗，則因為電源及測試問題，或施工處尚未交出，都尚未進行沖洗作業。管路沖洗時程表（9 月 30 日）見附圖一。

總之，本季核四廠一號機管路沖洗作業由於施工處作業進度落後，以及發生一些工程與測試問題（如 FPCU 因 air leakage test 發現漏氣）延遲移交作業，以致較原訂時程延後，甚至有數週全無進度。

由於第 2 季已對管路沖洗作業進行較完整之視察並完成兩份視察報告，加上本季沖洗作業無甚進度，因此本季並沒有對管路沖洗作業進行視察查證，僅由修配組定期陳報進度及口頭詢問了解狀況。

二、 施工後測試項目查證

核四廠一號機須執行試運轉之系統共 123 個，其中包含 936 項施工後測試項目，至本季（9 月底）電廠已執行完畢共 48 項（大部分為電氣系統），約為 5%。第 3 季進行之施工後測試查證可分成：測試程序書審查、現場作業及測試紀錄查證等兩方面。

1. 測試程序書審查

依本會施工後測試視察方案之規劃，本季共完成三份測試程序書審查：迴轉機測試程序書、一次圍阻體局部洩漏率程序書及釋壓閥及安全閥測試程序書，並將審查結果分別開出備忘錄 LM-會核-97-09-0（附件一）、LM-會核-97-10-0（附件三）及 LM-會核-97-16-0（附件七）。基本上目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承諾不盡相符，詳細資料可參考附件三份備忘錄的內容。

台電公司對於三份備忘錄於本季內答覆前兩份，但是仍有內容格式不符合 PSAR 規定及測試計算方法不合法規的問題。這些後續問題已分別開立備忘錄 LM-會核-97-09-1（附件二）、LM-會核-97-10-1（附件四），詳細資料請參考該附件內容。

2. 施工後測試現場作業及測試紀錄查證

本季執行之龍門計畫第 32 次定期視察，包含執行施工後測試現場作業查證。視察期間僅 HPCF-B 串管路水壓測試一項施工後測試正在進行。雖然僅現場查證此項施工後測試，然而已可觀察到施工處測試團隊缺乏經驗，測試前之準

備工作不確實（如未攜帶程序書、沒有確實進行工具箱會議及水質查證），現場指揮凌亂，廠務管理及裝備服裝仍有缺失。作業時未確實按照程序書執行測試、記錄及簽署，而 QC 人員亦未積極執行監督職責。

查證執行完畢之測試紀錄也發現這些程序上的缺失，例如缺儀器校正記錄表、缺工具箱會議記錄表、測試紀錄沒有簽名等。總之，施工後測試之執行現況非但進度嚴重落後，執行時亦未遵循品保規定，導致測試紀律鬆散，並可能製造潛在性問題。

此外本次視察也發現測試進度統計上的問題。根據台電公司資料顯示，目前一號機施工後測試執行完成度約為 5%，然而龍門計畫工程進度表內的「試運轉工作項目」卻將一號機施工後測試進度設定為 100%（即全部完成），此項目權重 30%（比試運轉測試 15% 還高），以致核四廠一號機測試進度已超過 50%，而整體測試進度成為 34.94%，其中一號機施工後測試的貢獻為 15.6%（ $100\% \times 30\% \times 52\%$ ）。如果使用真實完成度 5%，此項貢獻將降為 0.78%，而兩部機之測試總進度也將由 34.94% 降為 20.12%。這是不合理之現象，已請台電公司進行必要之修正。

相關視察發現詳見「龍門計畫第 32 次定期視察報告」。

三、系統移交查證

目前電廠將系統移交分為 Scoping 及 Turnover 兩大部分，Scoping 共計 132 個系統，144 份 Scoping 文件，已核定送施工單位有 99 份 Scoping 文件，施工處審查修訂中 18 份，電廠審查中 27 份。另 Turnover 已完成 9 件，主要為水廠、161kV 加壓及非緊要多工傳輸系統（NEMS）等之部分文件。

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 292 件（依狀況可能再行增減），到第 3 季結束時已核準發行者為 105 件，餘尚在編寫或審查中。本會試運轉視察計畫選取測試程序書第一類共 37 件，已完成發行 25 件；第二類共 21 件，已完成發行者 8 件。本會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

關於核四廠一號機反應爐水壓測試，本會於 8 月 14 日召開「核四廠 1 號機反應爐水壓測試前須澄清事項審查會議」，並於會後發出會議紀錄及「須再澄清事項彙整表」，目前尚未結案。其餘於前季發出之反應爐水壓測試注改案、測試計畫與程序書審查意見及審查會會議紀錄，於本季有各項目之答覆與備查，但均未結案。相關資料詳見附件 A。

本季執行核四廠起動管理手冊（SAM）審查，審查意見計 17 項，已開立備忘錄 LM-會核-97-13-0（附件五），為迄今尚未收到答覆，本會將持續追蹤。

核四廠一號機反應爐水壓測試範圍內管路及緊急爐心冷卻水系統(ECCS)管路因 thermal well 尺寸不合而採行修改作業，鑽孔所產生之鐵屑有造成異物入侵反應爐之疑慮。已開立備忘錄 LM-會核-97-14-0 (附件六)，請施工處及核四廠評估。

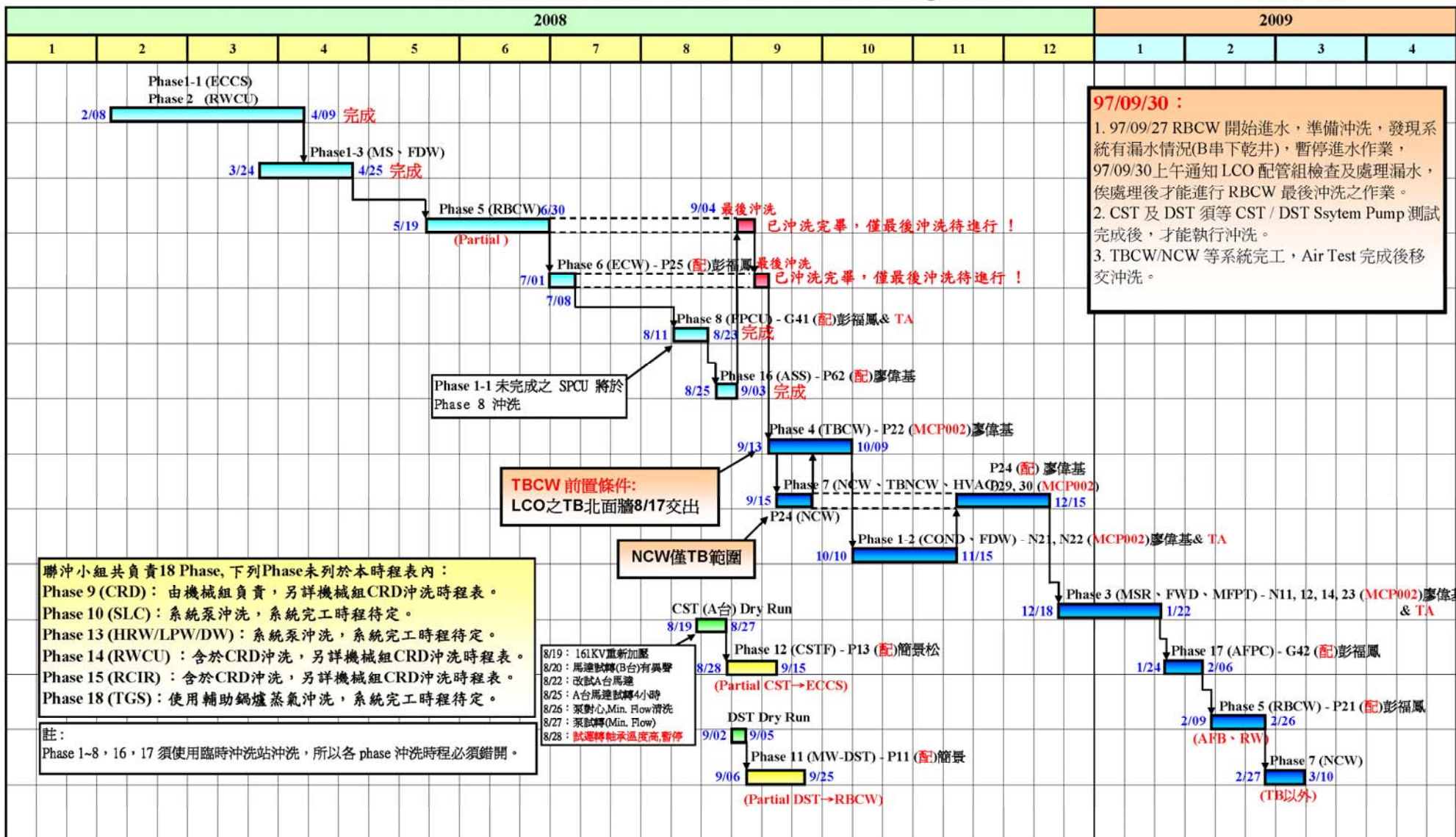
陸、綜合結論與建議

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 3 次份程序書審查，視察期間發現缺失或請電廠澄清者，共計發出 7 件備忘錄。希望藉由現場查證之管制措施，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）

LMNPS Unit 1 Phase 1~8 & 11、12、16、17 Flushing Schedule

97/09/30 R.18



附圖一、核四廠一號機管路沖洗進度 (至 97 年 9 月 30 日)

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
<p>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。</p> <p>說明：</p> <ol style="list-style-type: none"> 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：王迪生		電話：02-22322123	

核能電廠視察備忘錄

編號	LM-會核-97-9-1	日期	97年9月10日
廠別	核四廠	相關單位	核能安全處
<p>事由：貴公司對本會視察備忘錄LM-會核-97-09-0之答覆，本會意見如說明，請查照。</p> <p>說明：</p> <p>一、復 貴公司核安處97年9月4日D核安字第09709000131號書函。</p> <p>二、本案第(1)項有關測試程序書PCT-RPP-007之內容格式問題，PSAR 乃為目前本會核准之文件，請說明為何未能依PSAR第14章Table 14-1-1之要求撰寫。</p> <p>三、餘2~5小項，准予備查。</p>			
承辦人：王迪生		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
<p>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。</p> <p>說明：</p> <ol style="list-style-type: none"> 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。

核能電廠視察備忘錄

編號	LM-會核-97-10-1	日期	97年9月10日
廠別	核四廠	相關單位	核能安全處
<p>事由：貴公司針對本會視察備忘錄LM-會核-97-10-0之答覆，本會意見如說明，請查照。</p> <p>說明：</p> <p>一、復 貴公司核安處97年9月3日D核安字第09709000081號書函。</p> <p>二、本案第(1)項有關測試程序書PCT-MCP-006之內容格式問題，PSAR乃為目前本會核准之文件，請說明為何未能依PSAR第14章Table 14-1-1之要求撰寫。</p> <p>三、本案第(8)項MSIV洩漏率未列入B+C類之總洩漏率問題，原則上該作為並不符合10CFR50 APP.J及本會「核能電廠圍阻體洩漏測試技術規範」之規定，PSAR/FSAR內容是否有誤，建議回歸PSAR/FSAR審查，予以澄清。</p> <p>四、餘2~7、9~10小項，准予備查。</p>			
承辦人：王廸生		電話：02-22322123	

核能電廠視察備忘錄

編號	LM-會核-97-13-0	日期	97年7月29日
廠別	核四廠	相關單位	核能安全處
<p>事由：核四廠起動管理手冊（SAM）審查意見如說明，請澄清。</p> <p>說明：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 核四廠是否已指定初始測試管理工程師(SAEs)，負責協調試運轉及起動運轉之排程工作？（SAM-01） 2. FSAR第14.2.11節所述「詳細的測試時程將送交原能會」，是由誰負責擬訂及陳報？（SAM-01） 3. 因於SAM-28「電廠參與施工後測試」之簡介中，已言明施工後測試由核能四廠主導，分別由施工單位及核能四廠執行，故在本份手冊(05)第4.0節之介面區分概念內容上，是否應做適度地修訂。而圖1之初始測試作業介面圖亦應加以修訂。（SAM-05） 4. 目前已進行之施工後測試項目(如：CRD泵)，是否符合附錄A之說明？（SAM-05） 5. 針對設計修改作業，只提及圖面及程序書修改，並未針對修改內容是否涉及FSAR及運轉規範修改，及是否需送原能會審查而加以判定。（SAM-09） 6. 設計修改作業內容未針對圖面及程序書修改後，於控制室控制版圖面及程序書版次之管控提出說明，因修改圖及修改程序書並非即時性，因此電廠依慣例會發行程序書變更通知（PCN）及設計變更通知（DCN）貼附於圖面或程序書上，運轉人員並無法得知圖面已發行多少PCN，程序書已發行多少DCN，因此建議比照運轉中電廠，增加圖面的管制。（SAM-09） 7. 初始測試管理工程師之職責未涵蓋施工後測試進度管制，目前這項工作應由誰負責？（SAM-11） 8. 目前初始測試報告執行的情形為何？是否依附錄A-D的格式撰寫？更新的頻率為何？為何未將施工後測試執行情形列入？（SAM-11） 			

9. 核四廠應儘速成立「掛卡指揮中心」，並據實登錄各掛（銷）卡資料，以便確實管控廠內各種掛卡資訊。(SAM-12)
10. 施工後測試如係由電廠主導施作，未來系統移交時，聯合移交小組成員或測試主持人（TD），是否有球員兼裁判的疑慮，導致系統移交時有所疏失。(SAM-13)
11. 「現場問題報告」的目的係建立在初始測試階段必須經由更改設計才能解決之處理程序，與SAM-15「不符合品質案件處理」之設計變更有何差異，另SAM-14「現場問題報告」之處理程序，未說明若需執行現場施作，執行單位為何，請補充說明。(SAM-14)
12. 電廠應儘速建立設備維護資訊系統（MMCS），並透過廠內網路存取，以符合甚多SAM章節之要求。(SAM-18)
13. 隨著系統（設備）移交日益增加，電廠各組、課應就自我負責之設備範圍，儘速建立預防保養（PM）之定期保養、維護作業機制。(SAM-19)
14. 第4.3節所述「副廠長職責」是指那位副廠長（運轉、維護或安管）？或所有副廠長？第5.1.3、5.1.5、5.1.6節的「主管副廠長」亦有相同問題。(SAM-23)
15. SAM-22附錄A提及相關試運轉程序書須送原能會審查，但是在SAM-23程序書管控作業中卻未提及。依據FSAR承諾，試運轉程序書須於執行測試前60天送原能會審查。請加以補充。(SAM-23)
16. 第5.1節提及「經核准之執行版程序書應於測試日期前6週完成交給測試主持人（TD）」，但是第5.1.1節又說「試運轉程序書應於排定測試日期2至3日前核准用以執行」，管制要求前後不一，請加以澄清。(SAM-24)
17. 第5.1.2.1節所述，未符合之先備條件如果對測試影響微小等，TD可擱置先備條件並進行權宜測試。TD似為唯一決策人，進行此決定時是否還應有其他副署人，及留下書面紀錄？(SAM-24)

核能電廠視察備忘錄

編號	LM-會核-97-14-0	日期	97年7月31日
廠別	核能四廠	相關單位	核能安全處
<p>事由：請龍門施工處/核四廠針對日前1號機管路因thermal well尺寸不合而採行修改作業所產生之異物，評估其對反應爐異物入侵之可能性及影響。</p> <p>說明：</p> <p>一、龍門施工處於施作反應爐水壓測試範圍內管路之thermal detector安裝時發現thermal well尺寸不合，因而採取重新鑽孔作業。鑑於龍門施工處於重新鑽孔時會產生大量鐵屑，因此如何預防鐵屑飛散及如何確認所產生之鐵屑已全部移除，請龍門施工處澄清。</p> <p>二、已沖洗完畢之緊急爐心冷卻水系統（ECCS）管路，其管路之thermal detector若因thermal well尺寸不合需重新鑽孔時，鑽孔所產生之鐵屑是否會造成異物入侵反應爐，請核四廠評估其可能性及是否須再次重新執行管路沖洗工作。</p>			
承辦人：宋清泉		電話：02-22322125	

核能電廠視察備忘錄

編號	LM-會核-97-16-0	日期	97年9月10日
廠別	核四廠	相關單位	核能安全處
<p>事由：核四廠PCT-HCP-004釋壓閥及安全閥PCT測試程序書，有關消防系統引用本程序書之審查，發現缺失如下，請澄清。</p> <p>說明：</p> <p>一、程序書並未列入測試目的及其達成要件，使用時無法得知本程序書之目的為何，及其執行前之先備條件驗證情形等，恐在先備不足情況下，導致錯誤的測試。</p> <p>二、程序書中之附件一、二、三未列欲測試之閥門清單，請補列。</p>			
承辦人：王迪生		電話：02-22322123	

核四廠初始測試視察結果追蹤表

97 年第 3 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(水壓測試計畫及程序書審查意見)	否	
				會核字第 0970008576 號函(審查水壓測試計畫會議紀錄)	否	
		N/A	N/A	備忘錄 LM-97-14-0	否	Thermowell 尺寸不合
				會核字第 0970013246 號函(水壓測試前須澄清事項審查會議紀錄及彙整表)	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	N/A	備忘錄 LM-97-09-1	否	CRD 泵 PCT
LM1-004	LLRT 程序書審查	11-P-01	N/A	備忘錄 LM-97-10-1	否	

LM1-005	起動管理手冊 SAM 審查	N/A	N/A	備忘錄 LM-97-13-0	否	
LM1-006	消防類程序書審查	15P-01	N/A	備忘錄 LM-97-16-0	否	釋壓閥及安全閥 PCT