

龍門核能電廠第三十三次定期視察報告

行政院原子能委員會核能管制處

中華民國 98 年 1 月 19 日

目 錄

壹、前言.....	1
貳、工程現況.....	3
參、視察結果.....	6
肆、結論與建議.....	23
伍、視察照片.....	27
附件一 龍門計畫第三十三次定期視察計畫	
附件二 核能工程注意改進事項	

壹、前言

依「核子反應器設施管制法」第七條及「核子反應器設施品質保證準則」規定，核子反應器設施經營者應建立符合核子反應器設施品質保證準則要求之品質保證方案，明定從事會影響核能安全有關功能作業之人員、部門及機構之權責，以及作業需達成之品質目標、執行功能及品質保證功能，期確保核能工程品質。台電公司乃根據「核子反應器設施品質保證準則」編寫「核四工程品質保證方案」經本會核備後，做為核四廠建廠工程中核能安全有關項目及作業之品質保證要求及執行依據。

台電公司業已於 97 年 11 月 1 日完成一號機反應器水壓試驗，依據台電公司施工進度說明，台電公司預估於 98 年初即將進行一號機反應器微調控制棒驅動機構(FMCRD)安裝，為確保後續安裝施工作業均能符合各項品質要求，本會乃配合台電公司之施工時程，將「一號機 FMCRD 安裝準備作業」列為本次定期視察之視察項目。

在一號機施工部分，由於一號機系統設備已陸續完成安裝，相關設備施工後測試(Post Construction Test,PCT)亦已持續進行中，為督促龍門施工處落實相關設備 PCT 作業之執行，本次定期視察亦將「一號機 PCT 測試作業與品管計畫」列為本次定期視察之視察項目。

而有關二號機之施工部分，由於辛樂克颱風於 97 年 9 月 13 日至 14 日間侵襲本島期間，二號機反應器廠房外尚未完工之管路地下隧道，因持續大雨且抽水泵排水不及造成積水，導致積水壓

力冲破隧道內部分未完工管路開口之密封處，造成積水由該開口處進入二號機反應器廠房底層，致使二號機反應器廠房 EL.-8200mm 積水約達 2 公尺，造成包括有高壓爐心灌水系統 (HPCF)、爐心隔離冷卻水系統(RCIC)、餘熱移除系統(RHR)、控制棒液壓控制單元(HCU)等之重要安全設備及爐水淨化系統(RWCU)、逆洗傳送泵、空調系統(AHU)等與電廠可靠運轉相關設備淹水，為持續追蹤其復原相關作業之執行情形，以確認安裝設備品質及不影響未來核四廠二號機的安全運轉，故將「二號機反應器廠房淹水設備復原與管制作業」亦列為本次定期視察之視察項目。

鑑於台電公司先前因未依法規要求辦理核四工程設計變更作業，本會於 97 年 4 月 2 日以裁處書爰依核子反應器設施管制法第七條規定，處罰鍰新台幣 50 萬元；復於俟後未依該裁處書附款要求辦理及完成改正作業，且仍持續違規自行辦理、核定核四設計變更案件及進行施工作業，本會再於 97 年 11 月 19 日依核子反應器設施管制法第七條及第二十九條第一項規定，分二案共裁處罰鍰新台幣 350 萬元。同時，由於近期本會視察人員於工地視察期間，陸續發現欣歐公司所製造安全級電纜架不符合核能級產品要求，其中顯現台電公司對承包商之品保稽查與管制作業未落實，以及發現現場設計修改案未經核准逕行施工，完工後又自行修改檢驗紀錄日期等缺失，故將品質管制作業與品保稽查作業列為本次定期視察重點。

本次定期視察作業由原能會核能管制處徐副處長明德擔任領

隊，率領由原能會核能管制處(11 人)及核研所核四建廠安全管制支援小組(3 人) 及放射性物料管理局(5 人)等共同組成視察團隊，自 97 年 12 月 22 日至 26 日於核四工地進行。本次定期視察之實施項目及人員等，請參見龍門計畫第三十三次定期視察計畫(附件一)。

貳、工程現況

目前核四廠大多數之主要分項工程均已展開實際之施工作業，依施工處提報之資料顯示，於一號機施工作業部分，除各主要廠房之廠房結構體均已完成施工外，配管施工工程、風管安裝工程、建築施工工程及反應器內部組件後續安裝作業，則仍持續進行施工作業中，而汽機安裝與主飼水泵驅動汽輪機安裝、ECCS 注水測試、電氣儀控設備安裝與測試及 PCT 測試作業亦是未來數月極重要且關鍵之要徑工程；於二號機施工作業部分，除持續進行之各廠房土木結構工程、反應器內部組件安裝作業外，上/下乾井管路安裝、汽機基礎座板安裝、主飼水泵驅動汽輪機安裝、主冷凝器內部組件與相關設備安裝及電氣儀控設備安裝亦是未來數月極重要且關鍵之要徑工程。另外，輔助燃料廠房設備安裝、廢料處理系統機械設備安裝、循環水泵室及反應器廠房廠用海水泵室機械設備安裝、消防管路安裝及除礦水管路安裝作業等亦為未來半年內陸續執行之作業。為確保這些重要工程之施工品質不致因趕工而有所影響，本會已針對前述工程及施工作業，擇定若干重要項目，正依實際施工規劃與作業執行狀況，進行專案及持續

性視察及查核作業。

在一號機反應器內部組件後續安裝作業方面，鑑於台電公司於 97 年 11 月 1 日已完成一號機反應器水壓試驗，除爐內泵應廠家要求持續進行清理檢查安裝外，後續仍將持續進行 CRGT、CR、Orificed Fuel Support 及 FMCRD 等組件安裝。為配合一號機反應器內部組件後續安裝作業進行，施工處電氣組及儀控組必須先行完成上/下乾井各 8 座電纜托架(Pull Box)Type E/D 安裝、Enclosed Cable Duct、raceway 安裝、RCIS 系統與 CRD 系統儀控及電源計 1025 條拉線等施工作業。

在一號機汽機安裝與主飼水泵驅動汽輪機安裝作業方面，主汽輪發電機目前之主要工作現況為進行 LP1 低壓汽機 Top Seal 組件安裝調整、LP2 低壓汽機 No.2 內缸對心調整、LP3 主蒸汽上跨管安裝作業、高壓汽機進汽主關斷閥(MSV)安裝前清潔作業及發電機定子護蓋板安裝等作業，近期內將持續進行 LP1/2/3 低壓汽機蒸汽上跨管路及蒸汽控制閥(RSV & ICV)安裝、汽機轉子 Spacer 安裝、汽機慢車齒輪安裝、發電機滑環室(勵磁機)安裝及汽輪發電機油洗前準備作業等作業，其中 4 只高壓汽機進汽調速閥(GV)因閥體表面發現有裂痕，目前已送回日本原廠進行檢查。至於一號機主飼水泵驅動汽輪機安裝作業方面，主飼水泵驅動汽輪機 A/B 均已完成相關汽機及水泵吊裝作業，且相關之潤滑油系統及液壓油系統大部分管路亦已完成安裝，目前正待核四廠 MCP002 施工專案小組完成飼水管路之配管後，準備進行管路沖洗；主飼水泵驅動汽輪機 C 部分，驅動汽輪機座板亦已完成二次灌漿，近

期則將進行汽輪機轉子及其組件之儲存外觀開蓋檢查。

在二號機反應器內部組件安裝作業方面，二號機反應器爐心側板及爐心底板已分別於 97 年 8 月 19 日及 9 月 16 日銲接完成，爐心儀殼、爐內泵導架及爐心底板差壓管亦已完成安裝。而主蒸汽管延伸管嘴安裝作業部分，其中 72° 及 252° 主蒸汽管延伸管嘴目前均已完成包覆銲接，後續將進行最終之非破壞檢測作業，而 108° 及 288° 主蒸汽管延伸管嘴則持續進行包覆銲接中。至於先前一號機於反應爐控制棒驅動殼(CRDH)銲接安裝期間，曾因反應爐短管收縮問題，使得銲接水平腳長尺寸無法符合 14.2mm 的接受標準，對於後續二號機反應爐 CRDH 銲接安裝作業之執行準備，經日前銲接專家親臨現場工地指導施作模擬銲接結果，另參酌相關法規之要求，GE 公司已於 97 年 12 月 11 日提送 FDDR-LT0-00277 供台電公司審查，經台電公司審查同意後，GE 公司已於 97 年 12 月 12 日正式發行 FDDR-LT0-00277 將原本 CRDH 對短管銲接水平腳長至少 14.2mm 之要求取消，改為要求 CRDH 對短管銲接之喉深必須大於 6.35mm，台電公司並將依此要求，於近期內開始執行二號機反應爐 CRDH 銲接安裝作業。

在一號機 PCT 測試作業方面，目前除已完成 PCT 測試項目及測試作業流程確立外，部分 PCT 測試程序書仍在編寫中。近期所執行之 PCT 測試項目中，其中用過燃料池滿水測試、乾燥器/汽水分離器儲存池滿水測試及急停管路水壓測試均已陸續完成測試作業，而 R12 系統馬達控制中心測試、DRS 相關網路及電氣 I/O 測試、安全有關電動閥扭力驗證測試、馬達迴轉機空轉測試、系

統管路水壓測試等 PCT 測試項目則持續進行測試中。由於受到施工處工管組對於後續工程進度再檢討與規劃作業仍尚未定案之影響，致核四廠負責部門人員於視察時尚無法提出較確切之作業執行期程規劃方案。

參、視察結果

一、設備安裝、動火管制及檢驗作業

本次視察主要針對一號機 FMCRD 安裝準備作業現況進行瞭解，並針對現場 FMCRD 安裝檢驗與品質組目前推動之檢驗文件集中管理作業及動火管制作業執行情形進行視察。其中針對品質組目前推動之檢驗表集中管理作法，本次視察乃依據本會品質保證準則及核四工程品保方案有關停留檢驗點不得越過之規定，以及檢驗申請表應具有與檢驗表相同之資訊功能等之精神進行瞭解。以下為主要之視察發現：

(一) FMCRD 安裝前準備作業

1. 根據視察之瞭解，FMCRD 之安裝須於完成 Pull Box Type D to E 之 Pull Box & Cable Tray 之安裝，以及其間之電氣與儀控線拉線作業後，方可進行機械部分之安裝與後續儀控相關之測試等作業，而前述作業中除電氣組之 Type D Pull Box 確如視察前會議所提供簡報資料所述已完成安裝作業外(照片七)，其餘作業之實際狀況則與簡報資料所述有相當之差異。
2. 根據視察中訪談相關經辦組及品質組對各項測試作業執行及管制權責，均不甚清楚，且部分作業僅在文件研讀準備階段

等之情形，顯示有關準備作業仍待加強。另 FMCRD 安裝過程中，機械安裝與儀控測試等作業係階段性之交互進行，其橫向與界面間之管控有其必要，以確保每一階段作業之落實完成及符合要求，建請台電公司建立以整個安裝作業為範圍之檢驗與試驗計畫(ITP)(包括測試部分)。

- 3.在作業程序書方面，經瞭解在安裝部分方面施工處多僅有一般性之作業程序書，只有機械部分之安裝廠家有建立特定作業之安裝程序書，此是否足敷首次執行 FMCRD 安裝作業之需要，建請台電公司再作考量。另在測試相關程序書方面，則有直接引用核四廠程序書之情形，針對此一引用外部程序書之情形，施工處仍應依程序書審查程序將之轉換為內部程序書，以符合品保要求並能確實符合施工作業之特性與需要，以及能於作業執行過程中，依狀況適時自行修正程序書。
- 4.依據安裝規範說明，FMCRD 安裝作業人員應先經訓練並通過資格銓定(trained and qualified)，但實際上有關人員僅經上課訓練，並未做實作測試驗證其能力，經與經辦組人員討論後，其認為此一問題曾經奇異公司澄清，奇異公司並未明確說明要求，因此並未執行人員能力驗證，對此一認定雖予尊重，但仍建議台電公司對於 FMCRD 機械組裝及較特殊之儀電接頭製作作業項目，其作業人員仍宜進行能力驗證為宜，以降低設備損傷及製造錯誤之機率。
- 5.依目前一號機下乾井反應爐底部區域現場環境粉塵嚴重，以及相關銲接、切割與研磨作業仍可隨意執行之情形顯示，目

前有關環境與清潔管制之措施，應仍無法滿足 FMCRD 安裝之需求，是以請台電公司將現場環境之清潔與清潔管制機制之建立亦列入安裝前查核項目之一，以確保其執行品質與管制機制之建立。

6.Type D Pull Box 為耐震一級之 S 級器材，由詹記公司依經 SEO 修改過之奇異公司圖面製造，但經查證榮電公司對其評估之過程資料，其並不符合本會品質保證準則之要求，詹記公司並不具備有製造此 S 級器材之廠家資格，同時，其廠製圖面(型錄)亦未經負責整個 Cable Tray 系統設計之奇異公司審查接受；而原由奇異公司完成之耐震評估報告，因設計已經詹記公司與 SEO 之修改，原耐震評估報告應需重作評估，惟施工處方面認為仍不必重新評估，此與 97 年 2 月 25 日本案之 SQ 問題討論會中之結論並不符；同時，由驗收檢驗之相關文件發現，在廠製過程中施工處並未進行廠製檢驗，且亦未依台電公司內部會議要求，對其材料供應商進行稽查。故由上述多項不符合本會品質保證準則要求之情形，施工處目前所安裝之 Type D Pull Box 並非核能級器材應屬明確。又對於墊片(Gasket)之耐燃性問題，廠家並未附上 Equipment Combustible Load 之資料，台電公司在無任何分析數據支持下，僅以數量少而僅進行定性評估，判定不會影響原防火分析，針對此類耐燃性問題，本會曾於 FSAR 審查案中，併同老化(抗輻射效應、耐油)及防火問題，請台電公司提供定量之分析資料，故本案台電公司亦應補充其定量分析資料，以加強其評估佐

證。在品質文件方面，由供應商之出廠證明文件並非 C of C，且其中並無原材料製造廠家材質證明書(CMTR)上之批號(LOTS)/爐號(Heat No.)資料，品質文件之可追溯性，恐無法符合。

7.Type E Pull Box 與 Cable Tray 亦為耐震一級之 S 級器材，據悉亦將由詹記公司在工地製造，詹記公司目前已送審廠製圖面(型錄)，正由 SEO 進行審查，未來是否送回負責整個 Cable Tray 系統設計之奇異公司審查以符設計權責，請台電公司加以澄清。同時，詹記公司是否具有製造此 S 級器材之廠家資格，又其是否已完成型式測試，亦請一併澄清。另針對目前已在進行施工作業之 Cable Tray 支架(照片八)其施工圖面是否已經原設計之審查同意，台電公司亦應加以澄清。

(二)檢驗作業

1.FMCRD 安裝相關檢驗作業

(1)8 組已完成現場安裝之 Type D Pull Box 其至今仍無檢驗文件且未進行檢驗作業。

(2)97 年 12 月 22 日查核下乾井正進行銲接作業之 Cable Tray 支架安裝作業，由其檢驗文件完全空白之情形，顯示銲接檢驗作業自始均未執行。另發現該銲工所携用之圖面僅有榮電公司之戳章而無任何施工處之戳章，顯示應非施工處所發行之管制版圖面；又其應為示意性之設計圖面，並非可供施工使用之施工圖。

2.管路安裝檢驗作業

- (1)檢驗表集中管理作業模式之前置檢驗點依品質組所訂規定，應於檢驗前確認是否已執行完畢，惟本項作業由承包商人員填寫後，施工處人員並未進行任何查證確認作業，致有檢驗點是否遺漏與被略過之疑慮。
- (2)品質組自 97 年 12 月 8 日開始施行檢驗表集中管理檢驗文件簽署作法，理應所有文件應已完成集中，以供有關人員執行作業所需，惟至今檢驗文件仍未集中完成，如此有關人員執行登錄及查證作業能否落實與正確令人疑慮。
- (3)依檢驗表集中管理作法之精神，其所用之檢驗申請表實際上應為正式檢驗文件之 Raw data 文件，故其應具有呈現原檢驗文件相關資訊之能力及功能，並依正式檢驗文件登載記錄之方式進行檢驗結果之記錄，惟依目前所用檢驗申請表之內容，其並未具足夠之檢驗資訊與要求標準，且有關人員於登錄檢驗結果時亦未依規定記錄檢驗之結果，而係以打鉤之方式為之。另依規定施工處與承包商人員於檢驗後，應立即於檢驗申請表記錄結果並簽名，惟仍發現有未進行簽名之情形。
- (4)依瞭解品保小組應於 97 年 12 月 8 日品質組施行檢驗表集中管理作法一週後開始進行查核作業，惟品保小組至今仍未曾執行過現場查核之作業。另在視察過程中亦發現似乎僅品質組經理對相關作業較為熟悉，而品質組亦未派員督導及查證相關作業執行之情形。

(三)動火管制

- 1.依 under vessel 下相關設備安裝現狀情形，此區域之動火管制

應依限制動火管制之規定辦理，惟由動用火種工作許可證發現本區域之動火管制作業仍僅依自行管制之規定辦理，不符程序書之規定。

- 2.依日前施工處訂定之銲接及動火管制強化措施，規定動用火種工作許可證應置於塑膠袋內掛於銲材保溫筒旁，惟巡視 under vessel 時發現仍有銲工未依前述要求辦理，並發現有銲工無動用火種工作許可證之情形。

二、品質管制作業與品保稽查作業

(一)詹記公司廠商作業品質查證

- 1.詹記公司承攬核四廠各項工程中包括一、二號機儀控系統設備安裝，其工程施工範圍涵括屬 ASME 範圍之液壓儀控管路，該公司確於 2007 年 6 月 29 日取得 NA、NPT 及 NS 等 ASME 授權認證相關證照，有效期限至 2010 年 6 月 29 日，符合廠商資格要求。
- 2.上述相關 ASME 工作依承包商之銲工操作紀錄，於 2007 年 7 月 8 日第一次銲接，資格取得後始執行作業，符合要求。但經核對銲工操作紀錄提供之銲材領料單有缺漏，請加強文件管登相關品質文件管理。
- 3.抽查龍施儀字 008-E-005-1RM0008 儀器架安裝定位檢查檢驗表，本檢驗表檢驗作業另開立 1RM0007 檢驗表，將安裝與銲接檢驗分別開立檢驗表，而實際銲接檢驗又另依相關銲接檢驗表檢驗。又部分檢驗項目未涵括於廠商自主檢驗項目中，且所有檢驗表之檢驗日期簽署均在同一日，不符合正常檢驗

程序，請檢討改善。

- 4.依施工說明書說明各管段製造施工需於品質管制計畫書(QCP)之 12-02 表經製造工程師、品管工程師、專案經理、ANI 等簽署同意後始得以施工，惟發現 12-02 之 QCP 表在未填入施工項目狀況下，ANI 卻已完成簽署，與施工說明書要求不一致。
- 5.經查前項表格簽署時，除 ANI 及品管課長有簽註日期外，另外二欄位未簽註日期，不符品質文件紀錄要求。
- 6.經查依前項表格進行圖號 31113-1P21-M9101/Rev.1 施工時，係使用已簽署之影印表格，而表內已進行 101 材料接收檢驗與 102 尺寸檢驗，其工程師與品管員之簽註日期為 10/8，與 ANI 簽註 12/16 日期明顯不符品質文件紀錄要求。
- 7.經查施工圖號 31113-1P21-M9090/Rev.1 之 QCP 已完成 101 至 105 包含彎管、裁切與組力等加工後檢驗，但 ANI 將 101 項材料接收檢驗列為見證項目，故相關加工作業前應經見證確認後再進行，但實際上卻已完成現場組立而仍未經 ANI 見證簽署，不符檢驗作業程序。
- 8.前述第 6 項與第 7 項應屬相同之 Tubing 管節加工製造安裝作業，但其所使用之 QCP 製造順序內容明顯不同，請澄清說明。
- 9.儀控管路安裝作業現階段已配合 P21 RBCW A 串 PCT 作業進行包括 31113-1P21 之 M9077、M9086~M9093、M9095、M9098、及 M9099 共 12 段 ISO 圖之儀控管線現場安裝，包括管路支撐安裝、管路支撐銲接、管路(Tubing)安裝與各管段 Root Valve 銲接等作業均已執行，但施工處未進行相關檢驗作

業，本作業屬重要品質作業缺失，是否拆除重做或如何檢驗，均涉及不符合品質疑慮，除請加強前述各項廠商品質作業之品質管制要求外，後續相關作業請提出檢討報告後再進行後續施工作業。

(二)大棟公司廠商作業品質查證

- 1.查證大棟公司品管組人員資格均取得品管工程師證照資格要求，人員異動亦依規定送台電龍門施工處備查，人員管制作業符合要求。
- 2.抽查部分檢驗作業，仍依正常程序與管制完成檢驗相關作業，符合相關檢驗作業文件管制要求。
- 3.經查本年度之稽查計畫及相關稽查人員資格等情形時，發現大棟公司並未依規定擬定年度稽查計畫，而經施工處品質督導後補執行下游廠商品質稽查時，稽查領隊無稽查人員及領隊資格，請施工處依工程作業需要要求改善，並加強品質督導作業，以落實現場作業品質要求。
- 4.本會曾以備忘錄請台電公司對大棟公司因總公司組織之異動影響，加強對大棟公司之相關品質與品保作業查核，經查品保小組除依年度計畫執行工地廠家品質稽查外，並於 97 年 5 月再執行一次廠家品質稽查，惟施工處仍依往例僅對大棟公司執行一次品質督導，未能符合本會要求，請檢討改善。
- 5.抽查施工處品質組對大棟公司執行 96 年度與 97 年度之品質督導報告，在 97 年度之人員訓練查核，依項目說明查核包含施工、檢驗、稽查之人員是否皆完成必要之訓練，且資格

證書皆於有效期限...，但品質督導結果為「檢驗人員三人資格證書至 98 年 3 月 24 日，皆在有效期限內。」。此結果除未針對大棟公司現況做全面性人員資格查證外，檢驗人員三人中，實際其中兩人已離職，且於品質督導前一個月報施工處完成核備，顯示品質督導未能確實查核而流於形式，更讓廠商對台電公司的品管與品保能力有所懷疑，請施工處檢討改善。

- 6.另，於 96 年度品質督導報告中，品質組發現大棟公司品管組人員有未確實登錄之管理缺失，並開立矯正行動，但 97 年度仍舊發生，而品質組均開立矯正行動通知要求改善，但要求改善結果並未能預防再發生，與施工處 QLD-013 矯正行動及預防措施作業程序書目的不符，請檢討如何預防再發生之管理作業，避免仍一再發生相同缺失。

(三)東元及輝昇公司廠家作業品質查證

- 1.查證東元公司對下游廠家之稽查計畫與稽查人員資格及相關稽查作業情形，整體而言，均能依規定執行相關作業符合要求。
- 2.查證東元公司之 S 級螺栓供應廠家相關資格，96 年之前均向允大公司採購，97 年始更換向高旺公司採購，然高旺公司為代理廠家，而實際上生產製造廠家為晉禾公司，東元公司曾於 92 年執行晉禾公司廠家評鑑並經施工處輔機組同意備查，但未見輔機組相關審查資料即同意備查，不符承包商文件審查作業程序書中，要求確認承包商提供文件之完整性與正確

性。請施工處就代理廠家制度如何落實文件可追朔性，及施工處未對承包商文件審查提出說明並改善。

- 3.輝昇公司之 S 級螺栓供應廠家為春雨公司，輝昇公司於 97 年 9 月份即進行風管設備安裝，而使用春雨公司供應之螺栓，但輝昇公司於 97 年 10 月始提送 S 級之材料供應商評鑑報告給予施工處，施工處亦未進行承包商文件審查即同意備查。
- 4.查證輝昇公司對供應廠商評鑑報告，評鑑結果記錄均為“Y”內容均為符合，且評鑑人員資格要求及相關訓練要求欠缺，僅以 12 小時之「ISO9000：2000 內部品質稽核」課程結業證書，明顯無法滿足台電公司核四工程品質保證方案附錄五--核四工程核能安全有關器材廠商資格之品質證明文件要求原則中“對僅提供材料之無核能品保方案「器材供應商(C)」之管制方式”。
- 5.基於抽查以上兩家之發現，建請台電公司針對目前核四廠各工程核能品保方案廠家對提供 S 級材料之無核能品保方案廠家供應情形，是否符合核四工程品質保證方案附錄五、壹、二、5 中各項要求進行查證，並提出說明及改善情形。

三、二號機反應器廠房淹水設備復原與管制作業

- (一)抽查有關淹水水面上受影響之機、電、儀等設備，雖未直接被淹水覆蓋，但該等設備之儲存狀況顯已不符合儲存作業要求，台電公司有必要清查列冊，並提出其日後特別之管制方式。(非單指正常之維護保養程序，而僅增加維護頻次，應併考量其日後之特別測試、維護等作業。)

(二)有關淹水水面下受影響之機、電、儀等設備之特別管制程序(包含至運轉後數個週期)，台電公司應提出完整之計畫(包含需增加之特別測試、頻次、需監控何種參數及參數趨勢分析等)，以能建立並確認設備之可靠度。

(三)有關淹水設備處理情形一覽表，台電公司業已建立，但分散於各相關單位追蹤，惟為建立明確且完整之管制清單，台電公司應建立所有設備之單一完整清單，其內容應至少包含：設備(機、電、儀等)名稱、編號、安全分類、製造廠家、NCR編號、修復狀況、維修程序書編號、組件更換(新舊組件製造廠家編號等)等，並於彙整前做一完整檢視，以免疏漏。

(四)現場設備維護檢修執行狀況查證

- 1.經查施工處於機械設備部分之維護檢修，主要均參照核四廠維護程序書作為維護檢修依據，但施工處於維護檢修作業前並未重新檢視相關維護程序書之妥適性。
- 2.實際執行現場設備維護檢修作業時，相關程序書似只作參考用，人員執行作業時係依現場設備狀況再決定程序書使用之程度，程序書部分不執行，部分程序書並未記載但現場卻逕予執行，不符合品質保證準則之作業要求。
- 3.依據台電公司之視察前會議簡報資料說明，重要設備如 RCIC Pump 及 CRD Pump 等，將洽請設備廠家技術顧問到工地協助檢修，並依照廠家 TA 指示辦理，但抽查 RCIC Pump 維護檢修現場，發現現場並無原廠家之 TA 人員進行現場協助檢修，設備之拆檢與否均由台電公司自行決定。

- 4.由於整個修復作業，係在現有之核四廠程序書基礎下，依據現場狀況，邊做邊看，而品質組似難以掌握某些工作是否執行，而對於臨時執行之工作，品質組亦無法掌握見證。而施工處品質組在未瞭解程序書執行程度狀態下，即先行進行查證點選擇，致使查證點之選擇與實際維護檢修作業有所落差。
- 5.施工處依據核四廠維護程序書執行設備之維護檢修時，部分維護工具並未於設備維護檢修前備妥，無法確認相關維護是否符合接受標準。(例如：RCIC 充水泵維護檢修時，未備妥推力軸承螺帽鎖緊之扭力扳手。)

(五)品保作業查證

- 1.NCR 之開立係以設備為基準，惟經查 CRD 系統僅開立 NCR-NSS-1194 控制棒驅動泵，至於其 AOP 及潤滑油冷卻器熱交換器並未開立，請台電公司再檢視整個 NCR 之開立原則是否妥適，是否有遺漏等現象。
- 2.抽查 CRD Pump、ECCS Pump 及其充水泵等設備之維護檢修紀錄，發現部分施工處品質組選擇之停留查證點項目，品質組人員並未執行簽註查證意見。
- 3.抽查 RHR A/B/C 充水泵維護檢修紀錄，發現停留查證點項目中之葉輪與泵軸間隙經量測結果均為 0.01mm，與維護程序書要求 0.0005”~0.0015” (0.013mm~0.04mm)之接受標準並不一致，但檢驗及查證者仍判定符合，顯示相關檢驗及查證執行作業並不確實。
- 4.經查 QA 品保小組人員確有針對相關淹水設備之檢修進行巡

查，惟本案相關設備在日後執行測試時，建請台電公司應加強稽查之頻次。

此次二號機反應器廠房發生設備淹水事件，確實是一次慘痛之教訓，但在拆解清潔檢修過程中，對維護人員卻是一大學習機會，據瞭解，部分現場執行之作業與維護程序書作業程序有不吻合現象，台電公司當應循相當之機制將所獲得之經驗確實反應在相關程序書及作業指引中，以利於往後維護作業之執行。檢修過程中所發現之問題，若一號機相關設備亦可能發生時，一號機之設備亦應儘速進行處理。

四、一號機施工後測試作業與品管計畫

核四廠一號機施工後測試作業與品質計畫查證，主要查證項目分為施工後測試現場查證、施工後測試文件紀錄查證與龍門施工處品質組執行施工後測試作業狀況等項目進行查證，相關查證結果如下：

- (一)查證核四廠一號機反應爐水壓測試成套文件，確認施工處已將測試時發生洩漏之 RCIC 系統儀控彎管進行修補，並開立 NCR 追蹤管制，應可符合規定，惟核四廠並未將其餘測試時所發生之缺失納入文件內，例如：爐內泵(RIP)沖淨水流量儀控管路因管徑大小不一造成之洩漏，以及本會視察員發現有 1 口銲道未納入檢查清單等缺失，建議於測試文件內加以註記並將其後續處理結果納入，以建立測試成套文件之完整性。
- (二)核四廠部分系統管路預埋管雖已執行管路水壓測試，但缺少測試文件內有關廠製銲道清單，建議龍門施工處補足。由於

中鼎公司 ANI 已承諾簽署聲明其檢查方式已將廠製鐸道納入，建議將該聲明納入文件內，若可能應請當時執行檢查之配管組人員補簽證廠製鐸道清單，以符合現行管路水壓測試做法。

(三)經查證龍門施工處品質組提供之施工後測試計畫，發現其缺失如下：

- 1.檢驗計畫未編號，無權責人員審查及核定的紀錄，其內容僅概略敘述 S 級與 R 級設備應依 LMP-QLD-003 要求比例抽檢，但抽檢項目如何選定，品質組人員資格及見證 PCT 時之工作重點與先備條件查核等，則未見訂定。
- 2.品質查證項目未依泵、管路支架、管閥、水壓測試、電力系統、儀控等分類，亦未有品質計畫說明前述測試項目查證比例計算方式。簡言之，龍門施工處未依核四工程品質保證方案第 2.2.3 節，對權責範圍內影響品質的作業，訂定程序書據以執行，亟待改進。

(四)經查證龍門施工處及中鼎公司執行管路水壓測試鐸道洩漏查證時，未詳細規定相關查證人員資格。

(五)經查證核安處於 97 年 11 月初執行反應器廠房冷卻水(RBCW)系統管路水壓測試之巡查報告，顯示中鼎公司 ANI 人員發現該系統管路非破壞檢驗文件未完全簽結，即進行管路水壓測試，因此要求停止測試。依龍門施工處及中鼎公司管路水壓測試程序書內有關測試檢驗單要求，水壓測試前系統非破壞檢測檢驗文件應已完成，而檢驗單內有關此項查證欄位，中

鼎公司品質人員及龍門施工處配管組檢驗員均簽署確認已完成，顯示相關品質人員未盡職確實查證，龍門施工處品質人員又只針對現場查證項目進行簽署，對於先備條件不進行查證，因此無法發現此項缺失，另，核安處人員巡查發現此項缺失卻未開立任何改正要求，請一併檢討改進。

(六)本會視察員查證視察備忘錄 LM-97-14-0 台電公司答覆辦理情形，核四廠答覆承諾將依 GE 公司實際處理 thermal well 處理後，並進行內視檢查再行決定是否重新執行管路沖洗工作，但本會視察員發現 GE 公司已派員進行修改 thermal well，但龍門施工處配管組因並不知道本案承辦單位核四廠承諾內容，故未於 GE 公司處理後必須依承諾進行內視檢查並判定是否需要重新執行管路沖洗，核四廠亦不知道本案龍門施工處改善情形，本案顯示核四廠與施工處之間橫向聯繫仍有待加強，並請施工處/核四廠品質部門加強管制承諾改善事項之辦理情形。

(七)依照目前施工後測試作業方式，係由各測試負責人自行上網下載列印最新版程序書，據以執行測試之方式，但因測試人員之習性不好、疏忽或其它因素，產生誤用非最新版測試程序書之情形，似難以防止，請龍門/核四廠品質組研擬較嚴謹之管控方案，以杜絕程序書遭誤用或錯用情形再度發生。

(八)廠房各樓層洩水管路尚未建造完成，進而導致其他樓層漏水(照片九)，傷害相關設備，此一現象企待改進，建請施工處水平展開清查廠內各樓層是否有相同狀況，並立即提出因應改

善方案。

(九)鑑於核四廠 JTG 網頁下有一欄 PCT 進度管控作業，卻無任何相關內容可供查詢，請核四廠儘速規劃完成 PCT 測試時程及測試進度，並請納入 PCT 完工項目及統計資料。

五、現場巡視與廠務管理

本次廠務管理視察著眼於核子反應器與其週邊工程，期將來核子反應器能發揮整體功能目標。巡查主要地區為一號機反應器廠房 EL.31700mm、上/下乾井及部分設備的倉儲，視察發現如下：

(一)設備倉儲方面，巡查儲存於中四倉庫的一號機 FMCRD upper part、lower part 及 SIP 等元件，由於該等元件尚維持在進口時之原始包封狀態，現場抽樣巡查其中若干儲存箱，未發現有受潮現象。

(二)上乾井的廠務管理環境，比起前陣子 small bores 施工期間，提升了不少，惟在若干圍阻體電氣穿越器表面，仍發現有灰塵累積現象，請予以改善。

(三)反應器廠房 EL.31700mm 目前的清潔狀況，空氣中揚塵仍高，現場存放蒸汽乾燥器之 dryer/separator pool 水面上有一層浮塵，且用過燃料池中所貯存之汽水分離器，經目視發現，汽水分離器之 shroud head 上亦積有灰塵，現場之汽水分離器及蒸汽乾燥器貯存狀況恐與台電公司於核管會議所提報之安裝規格文件 GE-26A5271 要求不一致，請予以改善。

核子反應器功能上為一不可分割之主設備，視察的先決條件為整體設備在供應商負責/或認可的規格下執行安裝。過去由於安

裝現場並不乏施工團隊/設計者現場修正程序書之狀況，例如一號機爐心底板安裝時，對底板螺栓就曾經「利用點焊固定取代原程序書之安裝 anti- rotation bar 案例」；因此，在台電公司已承諾符合品質保證方案下，尊重施工團隊與廠家的施作方法。然而，再度提醒台電公司，核子反應器及其附屬元件如 RIP、FMCRD、以及內部組件如蒸汽乾燥器、汽水分離器等之安裝，精密度/清潔度要求甚高，為了確保將來能滿足試運轉測試功能規格，務必先做好施作前置條件之釐清。

六、放射性廢棄物處理廠房與廢棄物貯存庫興建工程

(一)廢料廠房施工配管、儀電及電氣工程品質查驗

於 Rm 109 中的 480V 馬達控制盤面上發現許多鑰匙皆插在盤面上，雖在進行拉配電纜工作，但並未有相關鑰匙妥善管制作為，其他房間亦有類似情況，請施工處改善。

(二)設備 PCT 及管路沖洗工作查核

- 1.經查廢料廠房配管之管路自主檢驗尚未完成，以致後續相關水壓測試無法展開，請台電公司將廢料廠房內預計進行管路壓力測試之各系統予以規劃，並將規劃進度表及相關資料函送物管局備查。
- 2.因廢料廠房未能納入核四廠管路聯沖小組內，以整體考量，建議應將廢料系統沖洗管路作業納入該小組範疇內，或是由核四廠廢料組與施工處配管組聯合負責執行。

(三)廠房設備保養維護作業查證及現場巡視

- 1.廠房地面清洗時，雖現場有泵抽排水，但地面穿越孔之阻水

設置，有部分設置不夠確實，以致有清洗地面之污水經由穿越孔流至下層房間，若下層房間有電氣設備，恐因此而受損，請施工處改善。

2.地下層電梯間油漆作業，通風排氣設備無法發揮正常功能(僅以軸流風機往外樓梯間排氣，並未裝設風管通至廠房外)，以致現場揮發性氣體濃度較高，請施工處改善施工作業環境。

3.廠房屋頂隔熱防水工程所使用之鋼絲網已有鏽蝕情形，且屋頂排水孔原設有阻隔雜物之柵欄已被拆除，將會有異物入侵堵塞管路之虞，請施工處加強施工品質。

(四)低放射性廢棄物貯存庫施工品質查驗

經至現場查核，目前地下層西區部份牆面、天花板進行EPOXY塗裝作業，作業現場自主管理良好，通風設備配置完備，請繼續保持。

肆、結論與建議

依據本次定期視察之了解，在各項視察項目中，仍可發現若干執行缺失或瑕疵，其中在 FMCRD 安裝前準備作業方面，發現仍有相當之準備或先備作業尚未完成，且經後續之查證，發現 Type D Pull Box 及 Cable Tray 並不符合核能級器材相關要求。在檢驗作業方面，則發現仍有已施作但卻未進行檢驗之情形，相關作業不符合核子反應器設施品質保證準則第十四條第三項末段「工作進行至規定之停留查證點時，應有經營者指派之代表執行查證，非經查證，該項工作不得繼續執行。」，以及核四工程品質保證方

案 10.2.1(4)「停留檢驗點非經指定的檢驗員檢驗或同意豁免並予以記載，不得進行後續的工作。」之情形，顯示檢驗作業有未落實執行之情形。在動火管制作業方面，本次視察發現管制措施未符合程序書所規定現場狀況要求之情形。至於品質管制作業與品保稽查作業方面，本次視察則發現核四工程主承包商對下游供應廠家之評鑑與稽查作業有流於形式情形，本會已於 98 年 1 月 6 日以會核字第 0980000270 號書函要求台電公司予以改善，亦發現主承包商在施工處監督管制下，已施工完成之儀控管路安裝工程，卻未執行相關檢驗作業，顯示核四工程之品管與品保作業，仍有極大之改善空間。

由於近期核四建廠施工持續趕工中，施工處品質組乃於 97 年 12 月 8 日開始施行檢驗表集中管理檢驗文件簽署作法，但經本次視察中查核檢驗申請文件及訪談品質組與配管組相關執行人員，除發現此一檢驗文件集中作法其相關作業規定除有不足之處外，其準備作業亦有尚未完備之問題。而執行人員對現有作業要求仍有未盡瞭解與落實執行之情形，並有檢驗資訊登錄時效落後與不敷後續查證作業需要之問題。為確保核四建廠施工品質，已請品質組停止此一檢驗表集中管理之檢驗作法，並回歸原作法將檢驗文件携至現場，並於檢驗後立即於現場進行結果之簽署。

在二號機反應器廠房淹水設備復原與管制作業方面，本次視察除發現部分現場維護檢修作業有不符合品質保證準則要求外，對於受影響及有影響之虞設備，台電公司並未完成彙整單一完整清單進行管制，且未提出完整之復原計畫、淹水水面上受影響設

備之檢查維護計畫及淹水水面下受影響設備之特別管制程序，相關改善要求，本會亦已於 98 年 1 月 5 日以會核字第 0980000076 號函函請台電公司辦理改善。

在一號機 PCT 測試作業與品管計畫方面，雖然施工處執行 PCT 測試作業現況已有改善，但施工處品質組仍未建立適當之 PCT 測試管制作業查證計畫，為確保 PCT 測試作業品質，本會將要求施工處品質組改善。此外，本會發現牽涉施工處與核四廠間之改正措施，有難以落實之現象，顯示兩單位之間的聯繫與管控尚待加強。同時，本會亦發現隨著工程進度的前進，PCT 測試作業陸續展開，但視察發現顯示施工處與核四廠對於 PCT 測試作業之規劃與管控，仍有很大的改善空間，因此，期許台電公司能正視缺失，確實改善。

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公司人員外，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，本會將依行政作業流程，除放射性廢棄物處理廠房與廢棄物貯存庫興建工程部分，將由本會放射性物料管理局逕行處置外，針對本次視察所發現之 Type D Pull Box 及 Cable Tray 不符合核能級器材相關要求、動火管制作業未符合程序書規定、已施工完成之儀控管路安裝工程未執行相關檢驗作業，以及施工處品質組至今仍未建立適當之 PCT 測試管制作業查證計畫等缺失，本會將研

擬分別開立核能電廠違規事項，予以處置。其餘前述視察發現，本會已以注意改進事項 AN-LM-98-001~003 正式函送台電公司，要求改善。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。

註：本報告限於篇幅，附件部分並未附上，如有任何疑問，請洽本會牛效中科長，Tel：02-2232-2140

視察照片



照片一：視察前會議



照片二：一號機反應器廠房施工現況



照片三：一號機控制廠房施工現況



照片四：二號機反應器廠房施工現況



照片五：二號機汽機廠房施工現況



照片六：輔助燃料廠房施工現況



照片七：一號機 FMCRD Type D Pull Box 安裝情形



照片八：一號機 FMCRD Cable Tray 支架安裝情形



照片九：一號機 RBSW 管路漏水導致 RBCW C 串房間淹水情形



照片十：視察後會議情形