

龍門核能電廠第三十四次定期視察報告

行政院原子能委員會核能管制處

中華民國 98 年 4 月 17 日

摘 要

依據台電公司龍門核能電廠建廠工程施工進度說明，一號機目前各系統設備已陸續完成安裝，相關設備施工後測試亦已持續進行中，部分設備亦已開始進行設備移交作業，後續一號機施工作業，即將進入試運轉測試階段，而二號機相關反應器內部組件安裝工程及反應器廠房上、下乾井與濕井管路與設備安裝工程，則已加緊趕工施作中。為確保龍門核能電廠建廠工程符合各項品質要求，本會乃針對各項施工作業擬訂視察計畫執行定期視察。

本次定期視察乃針對管路與設備安裝及檢驗作業、非破壞檢測與銲接動火管制作業、品質管制作業與品保稽查作業、龍門電廠試運轉程序書管控作業、龍門電廠參與施工後測試作業與起動管理手冊相符性查證及現場巡視與廠務管理等視察項目進行視察。視察作業由本會核能管制處徐副處長明德擔任領隊，率領由本會核能管制處(10人)及核研所核四建廠安全管制支援小組(3人)等共同組成視察團隊，自98年3月23日至27日於龍門工地進行。

本次定期視察發現：1. 管路與設備安裝作業仍存在部分缺失，而相關檢驗作業，則仍發現有不符本會核子反應器設施品質保證準則及核四工程品質保證方案要求之缺失。2. 施工處經辦組執行各廠家之非破壞檢測設備校正與器材查驗管制查核，部分查核紀錄不確實。同時，射線檢測射源出入儲存場所亦值得改善精進之空間。3. 銲接動火管制較以往有改善，惟仍發現有經辦組檢驗員未確實執行動火巡查及簽註巡查時間，亦發現電銲機被不當使用情形，由未具資格銲工人員使用來源不明銲材執行點銲作

業之違反動火管制作業規定情狀。4.施工處未積極審查與管理主承包商對下游供應商之廠家資格評鑑與稽查作業。5.除某些試運轉之重要環節於起動管理手冊(SAM)中之規範仍有所疏忽與缺漏外，龍門核能電廠在試運轉測試程序書管控作業上，運作良好。6.由於目前施工後測試(PCT)作業係由龍門電廠進行主導並執行，致實際運作狀況與 SAM 相關內容產生不符。龍門施工處與龍門核能電廠對於 PCT 測試作業之規劃與管控，仍有改善空間。

針對本次視察過程中發現之各項缺失及建議事項，除部分待澄清事項，本會已以核能電廠視察備忘錄 LM-會核-98-9~12-0 要求台電公司進一步澄清外，對於管路與設備安裝檢驗作業不符合核子反應器設施品質保證準則及核四工程品質保證方案規定，及未具資格鉚工使用來源不明之鉚材執行點鉚作業違反動火管制作業規定等缺失，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-98-012~013 正式函送台電公司，要求改善。

目 錄

壹、前言.....	1
貳、工程現況.....	3
參、視察結果.....	6
肆、結論與建議.....	25
伍、視察照片.....	28
附件一 龍門計畫第三十四次定期視察計畫	
附件二 核能電廠視察備忘錄	
附件三 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，做為龍門核能電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，二號機相關反應器內部組件安裝工程及反應器廠房上、下乾井與濕井管路與設備安裝工程，亦已陸續加緊趕工施作中，為確保相關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「二號機反應器廠房設備及管路安裝施工工程作業(包括爐內組件安裝施工與乾井、濕井管路及設備等)」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 PCT 測試作業亦已持續進行中，由於台電公司內部分工作業重新規劃，龍門核能電廠由原本於 PCT 作業所扮演之支援角色，已逐漸取代龍門施工處原先所扮演之主導角色，為督促台電公司落實相關設備 PCT 作業之執行，本次定期視察即將「核四廠參與施工後測試作業與起動管理手冊相符性查證」列為本次定期視察之視察項目。

由於日前龍門施工處及龍門核能電廠已開始進行一號機儀控系統 H23 Multiplexing System Invensys DCIS 非安全相關部分之設備移交作業，後續一號機施工作業，即將進入試運轉測試階段，為督促龍門核能電廠於相關系統執行試運轉測試作業前，確實管控各項試運轉測試作業程序書，以期試運轉測試作業得以順利完成，本次定期視察亦將「核四廠試運轉程序書管控作業」列為本次定期視察之視察項目。

鑑於先前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未落實核四工程品質保證方案要求之缺失，同時，龍門工程銲接作業亦發現由未具資格人員執行並使用來源不明之銲材，且未依程序書規定管制動火作業等缺失，本會爰依核子反應器設施管制法第三十七條規定，於 97 年 12 月 29 日分別處罰鍰新台幣 30 萬元、20 萬元及 10 萬元。另，本會於 97 年 12 月下旬執行龍門計畫第三十三次定期視察期間，發現龍門核能電廠一號機儀控系統設備安裝工程及微調控制棒驅動機構(FMCRD)電纜托架支架安裝作業未執行相關生產/接收/現場施工等品質檢驗作業，違反多項品管與品保作業規定，故將品質管制作業與品保稽查作業及銲接動火管制作業持續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(10 人)及核研所核四建廠安全管制

支援小組(3 人)等共同組成視察團隊，自 98 年 3 月 23 日至 27 日於龍門工地進行。本次定期視察之實施項目及人員等，請參見龍門計畫第三十四次定期視察計畫(附件一)。

貳、工程現況

目前龍門核能電廠大多數之主要分項工程均已展開實際之施工作業，依龍門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、電氣及儀控安裝工程與反應器內部組件後續安裝作業，則仍持續進行施工作業中；而汽機組件安裝與主飼水泵驅動汽輪機安裝、緊急爐心冷卻水系統(ECCS)注水測試、電氣儀控設備安裝與測試及 PCT 測試作業將是未來數月重要且關鍵之要徑工程。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/下乾井及濕井管路安裝、風管安裝、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將為未來半年陸續執行之作業。為確保這些重要工程之施工品質，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壓力槽水壓試驗，除爐內泵應廠家要求持續進行清理檢查安裝外，後續仍將持續進行控制棒導管、控制棒、節流式燃料墊片及 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，龍門施工處電氣組及儀控組必須先行完成上/下乾井各 8 座 D/E 型電纜拉線箱安裝、密閉式電纜分隔槽、電纜溝槽安裝、控制棒控制及資訊系統(RCIS)與控制棒驅動系統(CRD)儀控及電源計 1025 條拉線等施工作業。惟前述之 D 型拉線箱及密閉式電纜分隔槽目前仍有多項品保作業缺失，仍台電公司進行評估改善。

在一號機控制廠房儀控設備安裝作業方面，其中 H23 Multiplexing System Invensys DCIS 非安全相關部分已開始進行試運轉前設備移交作業，而 DRS 網路中之 NUMAC 光纖亦已完成 90%測試，目前各廠房現場正進行儀器及儀控盤面架安裝與儀用管路安裝測試，同時，現場儀控電纜拉接線及 I/O 測試亦陸續進行中。

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汽機軸承油封環安裝、低壓汽機導流板安裝、汽機進汽下跨管間隔環安裝、低壓汽輪機蒸汽進器上跨管調整、低壓汽機背板安裝及高壓汽機控制閥檢點平台安裝等作業，近期內將持續進行高壓汽機控制閥回裝、低壓汽機釋壓膜片閥安裝、發電機滑環室#9、10 號軸承上半部安裝、汽機慢車齒輪最終安裝、汽機廠房潤滑油系統及汽輪發電機油洗前準備等作業，其中高壓汽機進汽控制閥回裝及低壓汽機釋壓膜片閥安

裝，因先前發現閥體表面有裂痕現象及規格不合，均需待日本原廠家檢查運回及提供新品後，方可進行後續安裝作業。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，目前正等待執行飼水系統水洗作業；主飼水泵驅動汽輪機 C 部分，目前則進行內部清洗中，待完成清洗後，將進行轉子及上半機殼回裝。

在二號機反應器廠房施工作業方面，其中二號機反應器內部組件安裝作業部分，目前反應器爐心側鈑、爐心底鈑、爐心儀殼、爐內泵導架、爐心底鈑差壓管及主蒸汽管延伸管嘴已完成安裝，目前仍持續進行反應爐控制棒驅動殼(CRDH)銲接安裝作業，同時，近期將進行 HPCF Coupling 及頂部導架安裝。

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。龍門施工處對於後續工程進度再檢討之規劃作業尚未定案，致龍門核能電廠負責部門人員於視察時尚無法提出較確切之測試作業執行期程規劃。

參、視察結果

一、管路與設備安裝及檢驗作業

鑑於龍門施工處目前正持續進行龍門工程二號機核島區機械設備與管路安裝工程作業，為確保各項施工工程作業品質確實落實執行，本次視察之視察範圍乃就二號機反應器廠房乾井現場相關設備與管路安裝施工作業及其檢驗作業之執行狀況進行了解。相關視察發現摘述如下：

(一)設備與管路安裝現場施工作業

- 1.巡視二號機反應器廠房 EL.18,100mm RCCV Liner 安裝施工狀況，於二號機反應器廠房 RCCV Liner 0°附近，發現 RCCV Liner 與 Top Slab Liner 交接處有明顯鏽蝕現象，請相關經辦組儘速處理改善。
- 2.巡視二號機反應器廠房 EL.15,700mm 乾井內部設備與管路安裝現場施工作業，於二號機主蒸汽管路安裝現場，發現承包商為便於管路安裝定位作業之進行，乃於現場安裝臨時支撐架，以進行管路定位之固定，惟於現場巡視時，發現部分主蒸汽管路仍有以尖角物件進行管路支撐現象(照片六)，恐有應力集中造成管路管壁傷害之虞，請相關經辦組確實檢討改善。
- 3.巡視二號機反應器廠房 EL.12,300mm 乾井內部設備與管路安裝現場施工作業，於 ASME Sec. III Class III 之 SRV Discharge Line 2B21-PSP-0004 處，發現該管路之管壁表面與臨時支撐架有點銲痕跡，恐對該管路管壁造成傷害，請相關經辦組確實檢討改善。同時，於 SRV Discharge Line 2B21-PSP-0068 處，

亦發現該管路之管壁表面與臨時支撐架間，疑似因電銲機接地不良，造成該管路之管壁表面有 Spot Damage 痕跡，亦請相關經辦組確實處理改善。

(二)設備與管路安裝施工檢驗作業

1.抽查二號機 RHR 圖面編號 2E11-M4105 之 S 級對接銲道編號 W-00280 修補作業檢驗表，發現承包商已分別於 97 年 11 月 14 日及 11 月 15 日完成銲接前及銲接中之自主檢驗，但施工處經辦組卻未針對該項作業之銲接前及銲接中停留查證點，進行停留查證，雖經施工處澄清，該缺失原因係因承包商未依龍門施工處 LMP-QLD-003 檢驗辦法作業程序書之規定，於相關檢驗作業執行前，提出檢驗申請表，通知經辦組進行檢驗作業，致使經辦組無法如期進行相關檢驗作業，但本項缺失已實質造成該 S 級銲道修補作業，無法符合核四工程品質保證方案相關檢驗作業規定之要求。為確保該項作業之品質，施工處除應依相關規定進行處理外，亦請施工處督促承包商，加強品質作業之改善。

2.抽查二號機 RHR 圖面編號 2E11-M4115 之 S 級銲道編號 W-01770 對接銲作業檢驗表，發現該銲道於 96 年 12 月 28 日完成銲接後之目視檢驗後，在經辦組未完成相關 NDE 檢驗結果之確認下，即先行完成該銲道之油漆作業，雖經施工處澄清，相關 NDE 檢驗之 PT 檢測及 RT 檢測，分別已於 96 年 11 月 10 日及 97 年 4 月 1 日經 NDE 檢驗人員判定檢驗合格，惟承包商於 98 年 1 月 7 日執行該銲道之油漆作業前，NDE 檢驗

人員未適時將該銲道之 NDE 檢驗結果記錄於該 S 級銲道對接銲作業檢驗表上所致，但本項缺失實質上仍不符合品保之基本原則，建請相關經辦組予以改善。

3.鑑於日前本會視察人員於工地現場巡視管路安裝銲接作業時，持續發現施工及檢驗文件於作業時未攜至現場存放，且於檢驗後未立即於現場簽署檢驗結果，本會乃於 97 年 10 月 24 日開立注意改進事項編號 AN-LM-97-015 要求施工處即刻進行改正，台電公司亦於 98 年 2 月間承諾將依程序書之規定，將檢驗表攜至現場簽署，以符合品保規定。經抽查施工處 98 年 3 月間二號機相關檢驗作業狀況，結果顯示，大致均能依據承諾進行改善，惟抽查二號機 HPCF 圖面編號 2E22-M4034 之 S 級銲道編號 W-00131A 對接銲作業檢驗表時，仍發現該項作業之銲接前檢驗，經辦組已因應承包商檢驗申請，已於 98 年 3 月 9 日完成銲接前檢驗，但該檢驗表之銲接前檢驗結果，經辦組檢驗員則註記於 98 年 3 月 10 日完成，合理懷疑本項檢驗結果並非於現場完成簽署，顯示前述台電公司之承諾事項，仍有待加強落實改善。

4.抽查前述二號機 HPCF 圖面編號 2E22-M4034 之 S 級銲道編號 W-00131A 對接銲作業檢驗表時，亦發現該項作業品質組人員並未完成銲接前停留查證點之檢驗結果簽署，施工處即持續進行後續銲接作業；同時，抽查二號機 HPCF 管路管節編號 2E22-PSP-0107 管路安裝檢驗表，亦發現該項作業品質組人員並未完成管節編號、尺寸檢驗停留查證點之檢驗結果簽署，

施工處亦即持續進行後續安裝作業。前述兩項管路銲接及安裝作業均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。」之要求。

5.抽查二號機 RWCU、RHR 及 HPCF 管架組立檢驗作業情形，發現施工處經辦組及品質組檢驗人員雖已於 98 年 3 月 4 日於二號機反應器廠房完成上述系統多項管架組件尺寸及型式核對，與管架安裝位置核對，惟檢驗過程中，檢驗人員雖分別發現二號機 RWCU 圖面編號 2G31-M4057 之管架編號 2G31-GUD-202 及 2G31-STRT-207、RHR 圖面編號 2E11-M4000 之管架編號 2E11-GUD-1119 及 HPCF 圖面編號 2E22-M4008 之管架編號 2E22-GUD-329 等 4 只管架組立方向錯誤，但相關管架安裝檢驗表均未記載上述檢驗不合格之事實，不符合龍門施工處 LMP-QLD-003 檢驗辦法作業程序書第 6.1.11/6.1.17 節之說明要求，經辦組檢驗後如有不合格項目或異常情形則須核章至經理後，將檢驗表退回承包商，並限期矯正及要求採取預防措施，再重新申請複驗。

二、非破壞檢測與銲接動火管制作業

本次定期視察對於非破壞檢測管制作業，主要就龍門施工處對安全有關工程及 PSI 之非破壞檢測作業承包商華榮、中鼎/儀光

及大世界公司等，針對 NDE 人員資格、設備校正與器材查驗、廠商檢測作業複查及射線檢測射源管制等作業執行情形進行了解。整體而言，相關作業除於射線檢測射源管制有若干須改善之發現外，其餘作業執行情形大致能符合規定之要求。至於動火管制作業方面，依現場實地巡視之結果，雖仍有發現部分作業執行未符規定，以及執行記錄方式仍有改善空間等情形，但整體來說，動火管制作業已有相當之提升。而在巡視動火管制作業時，另發現有未具銲工資格之人員，使用不正確之銲接方法及棄置現場之不正確銲材，進行安全級管支架安裝銲接作業之違規情形。

(一)非破壞檢測作業

- 1.人員資格管制方面，施工處品質組 NDE 課係每半年(原則上為 3/9 月)要求廠家提送最新資訊，並進行查核。抽查 NDE 課及龍門檢測分隊所提供之廠家最近一次提送資料，各廠家均能依規定進行提報(其中華榮公司於 98 年 2 月 25 日提送、中鼎/儀光公司於 98 年 3 月 13 日提送、新亞/理成公司於 97 年 12 月 19 日提送、大世界公司於 98 年 2 月 5 日提送)，符合前述定期提報時限要求，且 NDE 課亦均進行查核。
- 2.對各廠家之設備校正與器材查驗管制作業之執行，主要由各廠家之合約經辦組負責每半年實施一次(原則上為 4/10 月)，並將結果提送 NDE 課。查核各經辦組提送 NDE 課之非破壞檢測設備及材料查核表，施工處各經辦組均有依規定時程進行查核及提送作業，然檢視前述查核表內容及所附材料成分證明文件，發現各經辦組對各受查核設備均僅記載設備之名

稱，而未記錄其設備之序號，致不利追溯確切之校驗文件；除材料成分證明文件編號未見於查核表外，其亦均為影本，但均未見有經供應廠家或接收檢驗人員查驗，確認與原件相符之廠家之簽證紀錄。

3.廠商檢測作業之查核管制方面，現仍維持 RT 實際進行抽照及底片複判，以及在 UT/PT/MT 檢測作業派員現場見證檢測作業執行等之作法。因日前於 98 年 2 月 1 日至 15 日間，安全級之施工作業僅於核島區及共同煙囪之管路安裝作業有在進行 NDE 檢測作業，因此，僅針對這些檢測作業之查核管制情形進行了解。在核島區管路之檢測作業方面，一號機部分共計執行 98 口鉚道之 RT 檢測，台電公司抽測其中 3 口鉚道之 RT 檢測，UT/PT/MT 檢測共計執行 30 口鉚道，台電公司均派員進行現場查核；而二號機部分共計執行 168 口鉚道之 RT 檢測，台電公司抽測其中 6 口焊道之 RT 檢測，UT/PT/MT 檢測共計執行 9 口鉚道，台電公司均派員進行現場查核；至於共同煙囪部分，一、二號機各執行 5 口鉚道之 RT 檢測，台電公司均各抽測其中 1 口鉚道之 RT 檢測，相關抽測比率均符合 3%之最低要求。

4.龍門核能電廠 PSI 檢測作業方面，據了解受協力廠家無法出工配合，致已暫停相關作業之執行，目前龍門檢測分隊正循程序與廠商進行解約，以重新辦理招商作業，受此影響應已無法如期於原訂 98 年 7 月完成相關 PSI 檢測作業。依提報本會之龍門核能電廠 PSI/ISI 檢測計畫，龍門核能電廠 PSI/ISI 檢測

作業係依循 2001 年及 2003 年增訂版之 ASME B&PV Code Sec.XI 執行，而該年版之 ASME B&PV Code Sec.XI 對 NDE 人員資格要求已由 ASNT TC-1A 變更為 ASNT CP-189，但容許已依 ASNT TC-1A 規定進行授證之人員，其資格有效性仍可維持至資格效期屆滿止。此法規要求之變更，以及 PSI 檢測作業執行時程延遲與檢測隊人員於 98 年 7 月開始將陸續有人員之資格屆期等之影響，未來不僅檢測隊人員換照時，須依 ASNT CP-189 之規定進行考試審查與再授證後，方可再執行目前之 PSI 檢測作業，以及日後之 ISI 檢測作業；同時，未來協助 PSI 檢測作業之廠家 NDE 人員資格之授予，亦須依符合 ASNT CP-189 規定之程序進行。因台電公司目前之非破壞檢測人員考訓與資格審定程序係依 ASNT TC-1A 規定所編寫，故台電公司除有必要儘速依 ASNT CP-189 進行修訂外，亦須及早開始實作測試之相關準備作業，以應即將到來之作業需要，避免未來出現可執行檢測作業之合格人員越來越少，致影響 PSI 檢測作業之執行。

5.在射線檢測(RT)射源之管制方面，本次視察除針對各 NDE 廠家之射源儲存場所與出入儲存場所之管制情形進行了解外，亦就射源出入龍門工地時，各廠家與工程經辦組及輻安小組各自之管制作業執行情形進行了解。以下為視察中之發現：

(1)出入儲存場所之管制情形，經查閱廠商之射源出入儲存室紀錄，發現中鼎/儀光及大世界公司僅針對射源攜帶至現場進行照射作業之出入行為進行管制記錄，而非如華榮公司

只要射源離開儲存場所即予記錄管制，由於華榮公司之作法較為合理且紀錄亦因此較具可追溯性，建議前述公司能參考華榮公司之作法改善。另在查核過程中發現中鼎/儀光公司於射源携入工地後，並未立即儲存於射源儲存室，而暫存於運送車輛，待 RT 照相作業執行完畢後，才存放於射源儲存室之情形，此涉及有射源保安及輻射安全之疑慮，已請台電公司要求中鼎/儀光公司改善。

- (2)對於射源進出龍門工地之管制方式，目前雖然仍依舊以携出入四聯單之方式進行管制，由廠商向工程主辦組及輻安小組提出申請登錄，並於出入時將四聯單之一交大門保警簽核後，始得携出入，惟因由保警所保留之單據，目前並未送回(或收回)工程主辦組或輻安小組，致射源是否確如申請有進出之情形，實際上工程主辦組或輻安小組並無法迅速確認，而需至執行射源儲存室定期查核作業時才能知曉，此一情形與本會龍門計畫第十八次定期視察時之了解有相當之差異。由於本次視察中發現有廠商雖提出携出(入)申請，但實際並未實施，以及廠商有射源携出(入)之行為，但無法確認其是否有依規定提出申請等之不利於工地射源掌握情形，建請施工處及電廠針對此一狀況進行改善。另在視察過程中亦發現工地在射源管制作業，似由各工程經辦組及輻安小組單獨分別為之，並在作業執行方式上亦出現一些不一致之情形，建議應指定明確之管制權責單位並建立統一之作業方式。

(二) 銲接動火管制作業

工地之動火管制作業，依視察期間兩次赴一號機反應器廠房現場巡視之發現，有關防火作業及監火巡查作業，均已較以往定期視察時之發現有顯著之改善，以下為現場之發現及建議：

1. 動火許可證之巡查紀錄，依現行之程序書規定，除日期外，亦須再加註巡查之時間，但巡視時仍可見不少之經辦組檢驗員並未依規定簽註時間。
2. 對於動火作業地點可能涵括整個廠房之移動性動火作業，施工處雖已另設置作業地點及動、監火人員對照表之方式，以顯示有關之動火位置及人員資訊，俾利相關動火管制作業之執行。惟依視察了解，各巡查人員每日並未逐一赴所有之移動性動火作業執行地點進行巡查之作業，而多僅赴一至二處而已。故將要求龍門施工處檢討改善現行巡查紀錄簽署之方式，並確認必須記錄之資訊，以反應有關巡查作業實際執行之狀況。
3. 在巡視動火管制作業執行情形之過程中，常發現許多無人使用但仍通電開啟之電銲機，由於這些電銲機具有可供任何人隨意使用之潛在可能性，為避免這些電銲機遭不當使用所引發之問題(如動火管制之漏洞及工安之疑慮)，建議龍門施工處對此一情形須研擬適當之管制措施。
4. 於一號機反應器廠房 EL -8,200mm Room 132 巡視動火管制作業時，發現當時正以 SMAW 銲法使用相關之被覆銲材，進行 1E11-GUD-802121 管路支撐安裝點銲作業。其人員既未依規

定隨身攜帶動火單，且鐸材無鐸材領用單，鐸材亦未置放於保溫桶內。經後續了解及查證後，確認該名執行點鐸作業之人員並未具任何鐸工資格，其所用之被覆鐸材，則係拾取自棄置於現場之廢棄鐸材，且該管路支撐安裝本應使用 TIG 鐸法及鐸材，而非該作業人員所用之 SMAW 鐸法及鐸材(照片七)。相關情形，除證實前項電鐸機遭人任意使用確有可能外，再由龍門工地內類似違規情節一再重覆發生之情狀，均顯示對於相關管制措施及廠商之管理與督導等作業，龍門施工處應皆有再檢討加強之必要。

三、品質管制作業與品保稽查作業

本次定期視察持續就供應商之評鑑及塗裝工程等品保與品管作業進行視察，分別說明如下：

(一)供應商評鑑之品保作業

本會於91年9月份即以LM-會核-91-16備忘錄要求台電公司檢討核能工程品保方案之完整性，特別是如何讓無核能品保方案之廠商落實品保制度，並符合品保十八條之要求與精神。台電公司乃提出對無核能品保方案之材料分包商(通案)加強方案，其中重要項目包括：(1)台電公司將主承包商評鑑材料供應商的製程符合採購規範要求之審查列為重點工作。(2)針對無核能品保方案之材料供應商所提供之產品，於相關品質文件中研訂主承包商製程檢驗、稽查規定(由主承包商進行研訂，台電公司進行審查)及台電公司監督原則與大批量產品接收檢驗取樣計畫(原則上由台電公司進行研訂，或由主承包商進行研訂，台電公司進行審查)。(3)

要求主承包商於執行作業前備妥相關作業程序書，請主承包商確保無核能品保方案之材料分包商各項作業程序書均備齊。台電公司龍門施工處主辦部門在主承包商/分包商作業開始前將進行確認；上述(2)、(3)兩點則列為龍門施工處品質組查核項目，核安處稽查時必須查證事項。經視察發現如下：

1.有關供應器材廠商品保作業之審查，整體而言，在器材型錄產品規格等審查作業，台電公司各單位均提出適當之審查意見，要求承包商澄清或修正，審查作業情況良好。但在廠商資格評鑑作業方面，則顯示施工處未積極審查與管理主承包商對下游供應商之廠家資格評鑑與稽查作業。

2.在台電公司對主承包商之廠商評鑑報告審查作業中，未見台電公司承諾執行加強方案之相關審查紀錄，例如：

(1)對非核島區風管安裝承包商輝昇公司之 S 級螺栓供應商春雨公司廠商評鑑，施工處未實質審查評鑑報告，後續相關稽查作業，輝昇公司也未訂定稽查計畫。

(2)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，但未針對評鑑項目提出說明，無法判別是否為實質評鑑。台電公司在供應廠商評鑑報告審查作業中，也無製程檢驗、稽查規定與台電公司監督原則等審查相關內容。

(3)輝昇公司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，與台電公司在無核能品保方案供應商之加強方案中說明將

由台電公司協助主承包商稽查評鑑人員之培訓承諾不符。

(4)核島區風管安裝承包商東元公司對鐸材供應商天泰公司之稽查作業，自 93 年至 97 年 5 年間稽查報告內容雷同。另，高旺公司為核島區風管安裝承包商東元公司之 S 級螺栓供應廠商晉禾公司之代理廠商，但未提供製造生產廠家之材質證明報告相關品質文件，僅以高旺公司開具證明，無法滿足品保文件可溯性要求，且訪談人員表示相關審查文件不慎遺失，亦不符品質文件管理要求。除評鑑報告內容缺乏實質評鑑與品保/品管要求外，也無加強方案中應加強事項之相關審查或計畫等辦理情形紀錄。

3.有關品保小組每年底訂定次年之年度稽查計畫，並無法確定是否已涵蓋應稽查之廠家，以及是否滿足每年或每三年稽查一次之要求。經查證品保小組已彙整近三年稽查計畫並製成稽查總表，以確保稽查作業執行之完整性，符合品保作業之要求。

(二)塗裝工程之品管作業

1.查閱新亞公司執行廠房鋼構表面、混凝土面及乾井表面塗裝人員資格檢定及銓定資料，施作人員均接受台電公司林口訓練所舉辦之一次圍阻體內部塗裝訓練，並核發合格之檢定卡。惟發現有黃基生等 4 位塗裝人員之人員合格資格超過有效期限，且其餘人員之人員合格資格有效期限亦即將分別於 98 年 6 月及 98 年 7 月到期，為確保塗裝作業施作之品質，台電公司有必要儘速辦理施作人員之檢定作業，以符合品保要

- 求；另，資格未在有效期限內之施作人員於現場施作情形，台電公司亦應加強管制，以避免違反品保規定。
2. 查閱新亞公司執行廠房鋼構表面、混凝土面及乾井表面塗裝檢驗人員資料，檢驗人員除經由國外機構(Raytheon Engineers & Constructors)銓定外，並經台電公司林口訓練所審定合格檢驗員，檢驗人員含初級 1 位、中級 5 位及高級 1 位，共計 7 位，其有效期限均為 100 年 11 月 18 日，符合品保要求。
 3. 查閱龍施土 022-C-035-X-P132 二號機反應器廠房 EL. 18,100mm Room 528 混凝土塗裝檢驗表，發現該檢驗表所附之承包商自主檢驗表，並未針對塗裝設備等級是否為 S 級或為 ASME 選項予以勾選。
 4. 審閱新亞公司之混凝土面塗裝施工作業程序書，附表三規定甲方檢驗停留點圈選表列有「文件審查」及「材料儲存檢驗」檢驗細項，但台電公司檢驗表及新亞公司自主檢驗表均無該兩項檢驗項目。
 5. 於新亞公司之混凝土面塗裝施工作業程序書、相關施工說明書及材料審查報告等內容中，均明確敘明編號 NC6 塗料施作區域為 C、D 區之牆面與天花板，但實際上 C 區所使用之塗料均為編號 NC7 塗料。
 6. 查核相關檢驗表包括混凝土塗裝檢驗表、鋼材塗裝檢驗表及鍍鋅鋼板塗裝檢驗表等，其塗裝施工時限檢驗項目標準不一，例如鋼材塗裝檢驗表及鍍鋅鋼板塗裝檢驗表均訂有塗裝施工時限 8 小時，混凝土塗裝檢驗表則未明確訂定時間，相

關單位應明確訂定塗裝施工時限檢驗標準。

7.膜厚檢測乾膜時，須先量測底膜厚度，惟查核檢驗表並無相關紀錄。

8.膜厚檢測濕膜時，中塗與面塗量測時間差距僅一日，其量測結果可能已涵括部分中塗膜厚，相關單位應再確認面塗量測時機之檢驗作業是否適當。

四、龍門電廠試運轉程序書管控作業

在施工完成相當進度後，龍門核能發電廠即將進入試運轉階段，目前正趕工進行先備條件與支援系統之施工後測試。本會為執行試運轉測試視察預作準備，此次先行視察起動管理手冊(SAM)中規範試運轉測試程序書之相關部分，包含程序書格式與內容、發行管控作業及測試執行等相關規定。相關視察發現摘述如下：

(一)依據 SAM-02 及 SAM-24 規定，測試檢驗員(TI)之職責為測試前擬定檢驗通知點、測試期間執行獨立檢驗，及審查不符通知報告(NCR)、臨時性程序書修改通知(TPCN)、測試結果和成套文件，須對系統及測試作業非常熟悉。SAM-24 之第 5.3.2.1 節規定應預先協調安排人選，但目前電廠似乎尚未積極作業，例如即將要執行之「非緊要多工傳輸系統」(H23-1)即尚未指定 TI。如果商請友廠人員支援，尚須協調核發處指派，並預留時間研讀相關資料。建議提早指派各項試運轉測試檢驗員。另，測試檢驗員之職責並未列於 SAM-24 之 4.0「職責」，電廠應加以補充。

(二)依據 SAM-24 之 5.1.2.1「特殊先備條件」之敘述，測試主持

人(TD)在測試前查驗或測試執行中對於某些先備條件不符合之狀況下，得經相關測試人員討論，予以擱置先備條件進行權宜測試或排除受影響步驟之執行。此段敘述賦予 TD 過大之權力。先備條件之訂定乃依據廠家規範要求，先備條件不符之情況與影響評估應於程序書編寫及審查時預先考量規劃，現場臨時突發狀況也應由更高層級人員進行更周詳之評估，不宜由測試人員直接決定是否擱置先備條件。建議電廠應對此段敘述與規定再做修訂補充。

(三)目前視察各項測試現場，常發現廠務管理不盡理想之情形，甚至可能造成人員受傷。建議於 SAM-22「試運轉測試程序書格式與內容」中對於程序書 5.0「先備條件」之 b 項「系統現場勘驗」內容中，加入「工安、環境與廠務管理」之勘驗規定，以提醒勘驗人員注意。工作指引 NE-03 與 SAM-24 亦請電廠一併補充。

(四)依據「核子反應器設施運轉執照申請審核辦法」規定，應於預定初次裝填核子燃料前提送之「系統功能試驗報告」，其報告格式、內容、審查單位、提報單位及提報方式，均尚未在相關 SAM 中規定。請台電公司預作規劃，待與本會協商達共識後，補充相關敘述。

(五)SAM-24 之第 5.4.2 節規定，聯合試運轉小組(JTG)負責試運轉測試結果之最後核准工作，電廠運轉審查委員會(SORC)主席須參加 JTG 會議並報告詳細的測試結果。但目前 JTG 主席與 SORC 主席同為龍門電廠廠長，此項報告與審查易流於形式。

在 SAM-23 之測試程序書審查上也有同樣的問題，依規定程序書最後應排入 JTG 議程審查，但因認為廠長已經審過，目前均未執行此項議程。其實 JTG 成員與 SORC 不同，不宜省略其審查功能。根據 PSAR/FSAR 第 14 章，JTG 主席層級應高於施工處與電廠。建議台電公司考量調整制度，使 JTG 能發揮應有之功能。

(六)SAM-24 中對於設計廠家與設備廠家參與試運轉測試執行、測試不符狀況之評估與測試結果之審查，並沒有相關敘述，請電廠補充相關內容。

五、龍門電廠參與施工後測試作業與起動管理手冊相符性查證

隨著龍門核能電廠工程進展，目前已逐漸進入施工後測試階段，龍門電廠部門為因應現場需求，並使測試能順利執行，而直接介入甚至主導施工後測試之執行，此與 SAM 原先將電廠部門定位為支援施工後測試之架構，已產生與實際作為有諸多不符之情形；有鑑如此，本會特利用定期視察的時機，針對龍門電廠參與施工後測試作業與起動管理手冊相符性，進行查證。相關視察發現摘述如下：

(一)SAM-01 圖 1 之 JTG 組織圖，已於施工後組件/設備測試小組中，置入龍門電廠字樣，此與 FSAR Figure 14.2 之組織圖(未置入龍門電廠)不符，請電廠檢討修訂。

(二)SAM-01 章節 1.1.1 內容顯示施工後測試係由台電公司執行，然現行的做法則是除了台電公司外，工程承包商亦可於台電公司監督下執行測試，請電廠檢討修訂。

- (三)SAM-01 章節 2.1.4.8.2，龍門電廠擬將迴轉機施工後測試之 TD，由後來負責試運轉之同一測試主持人擔任，此部分因涉及系統移交作業審查之獨立性，請電廠另提改善方案。
- (四)SAM-05 附錄 A.1.1.1 規定施工後測試程序書內容包含的項目，如：目的、接受標準、參考資料、先備條件、預警事項及注意、測試設備、程序，及附錄、圖與表等，然現行狀況，除有特殊規定之測試程序書，須依上述格式編寫外，一般性測試程序書亦可依照「施工後測試程序書編寫原則程序書」之原則訂定，請電廠修訂相關內容。
- (五)SAM-28 章節 1、5.2、5.5 文內多次提及電廠參與施工後測試之工作指引 OP-03，因電廠已發行之 PCT-OPP-102「施工後測試作業流程」程序書較符合現狀，請電廠檢討是否應加以修訂。
- (六)SAM-05 圖 1 之初始測試作業介面圖顯示，龍門施工處職責為執行施工後測試，龍門電廠則為主導與執行施工後測試，另於 SAM-28 章節 1.0 簡介內容中，亦有同樣敘述。然實際上龍門施工處及電廠均有主導、執行或共同執行施工後測試之情形，請檢討相關內容之妥適性，並定義何謂「主導」施工後測試。如龍門電廠確已主導施工後測試之執行，理應掌握施工後測試之整體進度，且施工後測試實為初始測試之一環，請龍門電廠於 SAM-11「初始測試進度報告」中，加入施工後測試進度報告的章節內容及表格，並據以實施。

六、現場巡視與廠務管理

(一)二號機反應爐內部組件施工管控

- 1.抽查 98 年 3 月 26 日上午人員進出管制狀況，現場施作人員依規定提出申請，並與清潔管制人員實際登錄相符，動用火種工作許可證(工作日期自 98 年 3 月 23 日至 27 日)亦依規定申請管制，惟巡查紀錄部分無工衛組工安巡查員紀錄、品質組電銲管制員抽查紀錄，建議龍門施工處應加強巡查頻次。
- 2.抽查 98 年 1、2 月份反應爐內部組件表面氯含量擦拭作業，清潔管制員之每日工作紀錄上均記載有該月份之執行狀況，惟分析結果報告書僅有 98 年 1 月 14 日(取樣五點，分析結果均符合要求)，而 2 月份之分析結果尚未出爐。有關氯含量之擦拭取樣作業，並無專門人員負責，請台電公司相關單位加強取樣人員之教育或由專門人員負責，另亦應加速分析之速率，以能適需要儘速執行改善作業，並於檢驗結果表中加註送驗時間。
- 3.抽閱 98 年 2 月份之清潔室含氧量、溫度及濕度等檢查表，清潔管制人員上、下午均分別進行量測及記錄。

(二)一、二號機反應器廠房現場巡視與廠務管理

廠務管理係一持續性的工作，就此次定期視察現場發現，反應器廠房之廠務管理，確實較昔日有所改善，惟仍有下列重複性缺失，待進一步改善，並持續維持：

- 1.設備器材泡水：一號機反應器廠房 EL.4,800mm Room 320 RIP Adjustable Speed Driver Panel (1C81-PL-0211B2)附近地面凹槽內有電纜泡在水裡。二號機反應器廠房 EL.18,100mm Room

- 543 附近地面大片積水，導致許多管節、支架浸泡水中，此屬大範圍明顯之缺失，未見及時處理，顯見現場巡視並未落實。
- 2.防塵布包設不完善：由於龍門工地現場仍屬施工狀態，因此，塵埃散佈在所難免，故更應重視設備加蓋防塵布之問題，尤其是儀控、電氣設備等更應落實，以防止塵埃的聚集。惟現場仍處處可見電氣盤面(即使是已加壓之電氣盤面)、儀器架等佈滿塵埃，且現場部分防塵布之包設亦不確實(例如：1H21-1RK-0111C、1H21-1RK-0113C 等)。
- 3.工作架置於管節上：二號機反應器廠房 Room 242 仍可見安全級氣動閥 2G31-ABV-1016A Control valve 附近管路上置放了施工鐵架。
- 4.未安裝之支架直接吊於管節上：可能由於施工順序之關係，部分管節上仍懸吊著未安裝之支撐架(例如：二號機反應器廠房 EL.-1,700mm Room 241 附近 2G31-PSP-50 管路上懸掛了一未固定好之支撐桿、二號機反應器廠房 2P13-GUD-801737、2K11-GUD-804004 等支撐架，逕懸吊於小管上)。
- 5.防止異物入侵措施不確實：二號機反應器 252° 及 288° 方位之兩支主蒸汽管延伸管嘴處，發現四支量測用小管未予密封防護。
- 6.施工作業影響既有設備：目前各廠房正積極進行風管之安裝作業，而風管安裝後之保溫棉鋪設作業亦迅速展開，惟現場因其他作業之施工，仍發現許多處風管已鋪設完成之保溫棉

遭受撞擊破壞(例如：一號機反應器廠房 Room 110 RHR 房間內之風管)，及設備遭受意外撞擊(例如：一號機乾井冷卻系統之 AHU 表面有撞擊之凹痕)，導致後續又待進一步修補作業，應請施工人員避免施作時對現場已有之設備造成傷害。

7.設備標示應正確清晰：部分安全級電氣盤面之標示牌顏色並不正確；另請龍門施工處考量 Division III 之黃底白字是否妥適。

8.其他：現場仍可見有包商於施工場所抽菸、牆壁之線槽內塞有菸蒂及工安圍籬管制未確實等情形，管制人員並未落實管制作業，管制時仍見人員進出管制區域。

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，其中在管路與設備安裝及檢驗作業方面，除發現部分安裝作業缺失外，對於相關檢驗作業，則仍發現有已施作但施工處經辦組及品質組卻未進行檢驗之情形，相關作業並不符合核子反應器設施品質保證準則第十四條「結構、系統及組件製程中之材料或產品施工步驟，應依品質之需要，執行檢驗、量測或測試。」和「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。」之規定，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。」之要求，顯示檢驗作業有未落實執行之情形。在非破壞檢測管制

作業方面，本次視察則發現施工處經辦組執行各廠家之設備校正與器材查驗管制查核時，各經辦組對各受查核設備未記錄其設備之序號，恐有不利追溯確切之校驗文件之疑慮，且部分證明文件影本，並無相關人員進行與原件相符確認之簽證紀錄等缺失之情形。在射線檢測射源管制作業方面，則發現有射源出入儲存場所管制上仍有檢討改進之空間。在銲接動火管制作業方面，除發現有經辦組檢驗員未確實執行動火巡查及簽註巡查時間外，亦發現未具資格銲工使用來源不明之銲材執行點銲作業等重複違反動火管制作業規定之情狀。至於品質管制作業與品保稽查作業方面，本次視察除發現有施工處並未積極審查與管理主承包商對下游供應商之廠家資格評鑑與稽查作業外，亦發現部分執行塗裝作業人員之資格超過有效期限，及塗裝作業檢驗不確實等情形。由上述視察情形顯示，相關龍門工程之品管與品保作業，仍有改善空間。

由於龍門核能電廠一號機目前已逐漸進入 PCT 測試階段，在施工完成相當進度後，亦將邁入試運轉階段，因此，本次視察特就試運轉程序書管控狀況及 PCT 測試作業現況進行查證。其中在龍門電廠試運轉程序書管控作業方面，本次視察發現，SAM 中規範試運轉測試程序書部分，某些重要環節有所疏忽與缺漏，應加以補充或改善，以維護良好的文件品質與將來試運轉測試之有效性。而實務作業上，龍門核能電廠在試運轉測試程序書管控作業上，運作得相當良好，相關文書作業均依規定進行。至於在龍門電廠參與施工後測試作業與起動管理手冊相符性查證方面，基本上皆因龍門電廠主導並執行施工後測試後，致實際運作狀況與

SAM 相關內容產生不符，本會將要求龍門電廠據以檢討並予以改善，讓 PCT 測試作業有所依循。此外，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龍門核能電廠對於 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，以督促龍門施工處與龍門核能電廠針對視察發現缺失進行改善，本會將依行政作業流程，除部分待澄清事項，本會已以核能電廠視察備忘錄 LM-會核-98-9~12-0 要求台電公司進一步澄清外，針對本次視察所發現之管路與設備安裝檢驗作業不符合核子反應器設施品質保證準則及核四工程品質保證方案規定，及未具資格鉚工使用來源不明之鉚材執行點鉚作業等重複違反動火管制作業規定等缺失，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-98-012~013 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，以督促台電公司完成改善，並期避免類似問題再次發生，以達到提升龍門計畫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用過燃料儲存池格架安裝施工現況



照片三：一號機開關廠房中壓開關加壓現況



照片四：二號機反應器控制棒驅動殼安裝施工現況



照片五：二號機汽機廠房施工現況



照片六：主蒸汽管路以尖角物件進行管路臨時支撐情形



照片七：一號機 1E11-GUD-802121 支架使用不合格鐸材進行點鐸



照片八：二號機反應器廠房 543 房間附近地面大片積水情形



照片九：一號機反應器廠房 RHR A 房間內風管保溫棉破損情形



照片十：視察後會議情形