

龍門核能電廠第三十七次定期視察報告

行政院原子能委員會核能管制處

中華民國 99 年 1 月 25 日

摘要

本次定期視察共分兩組，其中廠房設備安裝工程、品管作業及初始測試作業視察部分，主要係針對管路與設備安裝及檢驗作業、一號機運轉前檢查/檢測計畫(PSI/PST)執行作業、一號機電纜(電力及儀控)安裝品質及現場作業、龍門電廠起動管理手冊初始測試作業之行政管理與文件管制及訓練要求、安全系統軟體構型管理執行作業等視察項目進行視察；而廢料處理廠房及低放射性廢棄物貯存庫工程視察部分，則係針對廠房施工配管及電氣儀控工程品質查驗、品質管制作業、低放射性廢棄物貯存庫施工品質查驗與廢料處理廠房設備施工後測試作業查證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(12人)與核研所核四建廠安全管制支援小組(2人)及放射性物料管理局(3人)等共同組成視察團隊，自98年12月14日至18日於龍門核能電廠工地進行。

本次定期視察於廠房設備安裝工程、品管作業及初始測試作業視察部分發現：1. 管路與設備安裝作業仍存在部分缺失，而龍門(核四)工程汽機廠房管路系統安裝專案工程(MCP002)施工作業，則發現有不符合核子反應器設施品質保證準則要求之缺失。2. 爐心內部組件之儲存與安裝環境之清潔管理均有待加強。3. 一號機用過核燃料池格架安裝檢驗文件紀錄，整體作業大致符合要求，但仍有一些檢驗作業文件品質方面的缺失。4. 儀控管路安裝工程作業，以臨時支撐執行 Tubing 管路水壓測試作業，在大多數支撐未安裝情形下，不符合正常施工作業程序，且大量支撐補安

裝恐對管路系統之整體性與安全品質有影響；另發現儀器管被任意弄彎、現場埋鈹螺桿附近之混凝土面破裂。5. 一號機運轉前檢查/檢測計畫(PSI/PST)執行作業，均無 QC/QA 參與。6. 一些電纜架容量超過及現場電纜安裝作業品質，有不合核子反應器設施品質保證準則要求之缺失；另於安全級電氣盤上方加裝拉線箱，恐對原已通過耐震驗證設備造成衝擊。7. 初始測試作業之行政管理/文件管制/訓練要求，由抽查結果初步認定龍門電廠已依起動管理手冊（SAM）的內容執行其試運轉工作，惟仍發現試運轉組織缺少廠商參與、品保人員未詳細查證試運轉測試程序書內容與測試人員未主動回報圖面異常等缺失。8. 建廠階段之安全系統軟體構型管理（CM），則發現一些軟體數量、版次、燒錄、安裝及移交等資訊控管方面之潛在缺失。

針對本次視察過程中發現之各項缺失及建議事項，除廢料處理廠房工程及低放射性廢棄物貯存庫部分，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 MCP002 施工作業有不合核子反應器設施品質保證準則要求，與一些電纜架容量超過及現場電纜安裝作業品質亦有不合核子反應器設施品質保證準則要求之缺失，本會已分別開立二件核能電廠違規事項 EF-LM-99-002 及 EF-LM-99-003 予以處置。其餘之前述視察發現，本會亦已分別以 AN-LM-99-001、AN-LM-99-002、AN-LM-99-005、AN-LM-99-006 及 AN-LM-99-007 等計五件注意改進事項，正式函送台電公司，要求改善。

目 錄

壹、前言.....	1
貳、工程現況.....	4
參、視察結果.....	5
肆、結論與建議.....	28
伍、視察照片.....	33
附件一 龍門計畫第三十七次定期視察計畫	
附件二 核能電廠違規事項	
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」，並經本會核備後，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。而為確保龍門核電廠興建品質，保障日後之運轉安全，本會乃依據「核子反應器設施管制法」第十四條規定，派員執行工地駐廠視察、每三個月一次之團隊定期視察及有關之不定期視察等作業。

本次（第三十七次）團隊定期視察共分兩組，其中廠房設備安裝工程、品管作業及初始測試作業視察部分，主要係針對龍門核能電廠之管路與設備安裝及檢驗作業、一號機運轉前檢查/檢測計畫(PSI/PST)執行作業、一號機電纜(電力及儀控)安裝品質及現場作業、龍門核能電廠起動管理手冊初始測試作業之行政管理與文件管制及訓練要求、安全系統軟體構型管理執行作業等視察項目進行視察；而廢料處理廠房及低放射性廢棄物貯存庫工程視察部分，則係針對龍門核能電廠之廠房施工配管及電氣儀控工程品質查驗、品質管制作業、低放射性廢棄物貯存庫施工品質查驗與廢料處理廠房設備施工後測試作業查證等視察項目進行視察。

根據台電公司施工進度說明，在龍門核能電廠一號機設備安

裝施工部分，由於一號機系統設備多已陸續完成安裝，其中之用過核燃料池亦已安裝完成，而且根據台電公司計畫，龍門核能電廠原二號機初始爐心之新核燃料將於 99 年 3 月左右進廠，並預定先暫存於一號機用過核燃料池中；為配合該批新核燃料之預定進廠暫存作業時程及確保核能安全起見，本會乃將相關之「一號機用過核燃料池格架安裝記錄文件查證」列為本次定期視察之視察項目，並將其併入管路與設備安裝及檢驗作業查證之子項目執行。另，鑑於龍門核電廠目前仍持續在進行龍門計畫之管路與設備安裝及檢驗作業，為確保各項施工工程作業品質確實落實執行，故除了前述之一號機用過核燃料池格架安裝記錄文件查證以外，本次團隊視察仍將「管路與設備安裝及檢驗作業」列為視察項目，並就相關之安裝及檢驗執行狀況進行重點抽查與瞭解。

龍門核能電廠一號機之運轉前檢查/測試(PSI/PST)作業，目前在 PSI 部分已接近尾聲，僅剩部分管路系統因尚未進行水壓測試，故仍無法執行其 PSI，且預估下次定期視察前台電公司可能就會完成剩餘之 PSI 工作，故對一號機 PSI 現場工作而言目前應是最後之整體視察時機；至於在 PST 方面則目前仍以管支吊架與減震器之目視檢測為主，其餘之項目則或尚未開始或僅完成極少數數量之泵浦與管閥之測試作業，故現在亦是進行相關 PST 作業查證之適當時機，本會乃將相關之「一號機運轉前檢查/測試計畫(PSI/PST)執行作業查證」列為本次定期視察之視察項目。

龍門核能電廠一號機之電氣及儀控系統裝機作業，現階段正進行大量電纜線（含電力及儀控）敷設，各系統俟電纜線敷設完

成及測試後，將陸續進行系統移交及試運轉測試。由於電纜線之敷設係為電氣與儀控安裝工程的基礎工程，其攸關日後電廠運轉之可靠度，為確保電纜線敷設品質，遂配合本次定期視察時程而針對目前進行之電纜敷設作業現況進行視察。

由於台電公司內部分工作業之規劃，龍門核能電廠由原本於興建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而陸續在執行相關之測試作業；為督促台電公司落實相關設備及系統測試作業之執行，本次定期視察即將「龍門電廠初始測試作業」列為本次定期視察之視察項目，並選定龍門核能電廠起動管理手冊（SAM）中初始測試作業之行政管理、文件管制及訓練要求等進行重點視察。

軟體構型管理（Software Configuration Management，簡稱SCM）係軟體發展過程中一項重要的管控作業，此作業內容應包含 baselines 的確認與建立；軟體變更的審查、核准、與管控；軟體變更的追蹤與報告；軟體發展過程的稽核作業；軟體介面與供應商的管控；軟體管控狀況說明等。而龍門核電廠儀控系統因採用大量之數位軟體系統，與傳統核電廠儀控系統已有相當大之差別，且目前龍門核電廠一號機裝機作業之土建及機械工程多已完成，進入以裝設儀控系統為主之階段，故本次視察乃選定安全系統之軟體構型管理執行作業作較深入之查證。本次視察該項目係以龍門核電廠之安全系統（反應器保護系統（RTIF）、特殊安全設施（ESF））軟體構型管理作業為主，同時也針對一般軟體目前的管控情形進行視察。

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(12 人)、核研所核四建廠安全管制支援小組(2 人)及放射性物料管理局(3 人)等共同組成視察團隊，自 98 年 12 月 4 日至 8 日於龍門核能電廠工地進行。本次定期視察之實施項目及人員等，請參見龍門計畫第三十七次定期視察計畫(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或測試作業，依龍門施工處提報之資料顯示，一號機施工作業部分，除各主要廠房之結構體均已完成施工外，配管施工工程、風管安裝工程與電氣及儀控安裝工程等後續安裝作業，則仍持續進行施工作業中；而汽輪機發電機系統油洗作業與主飼水泵驅動汽輪機油洗作業、微調控制棒驅動組件(FMCRD)安裝、緊急柴油發電機管路安裝、相關之廠房通風系統測試、分散式控制與資訊系統(DCIS)測試、現場儀器儀控電纜佈設、電氣及儀控設備安裝與測試，以及有關之系統功能測試作業將是未來數月重要且關鍵之要徑工程。在二號機施工作業部分，除持續進行反應器內部組件安裝作業外，上/下乾井及濕井管路安裝、風管安裝與電氣及儀控安裝工程等，則亦持續進行施工作業中；汽輪機發電機組件安裝、主飼水泵驅動汽輪機安裝、電纜托網安裝、支撐架及電氣導線管安裝、電氣盤面安裝、一般儀控盤體安裝、主控制室 DRS 儀控盤體安裝、控制設備安裝及相關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、核廢料處理系統儀控與通風設備安裝及測試、核廢料廠房焚化爐及固化系統管路沖洗與管路保溫材施工、循環海水抽水機房(CWPH)與反應器廠房廠用海水抽水機房(RBSWPH)機械設備安裝及消防管路安裝作業等，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。惟本會職司核能安全管制業務，至於龍門核能電廠之工程進度控管部分則為台電公司與其目的事業主管機關（經濟部）之職權，故對龍門核能電廠之工程現況僅概要簡述其目前之整體進行概況，對其細節則不再贅述之。

參、視察結果

一、管路與設備安裝及檢驗作業

根據台電公司施工進度說明，在一號機設備安裝施工部分，由於一號機系統設備多已陸續完成安裝，其中之用過核燃料池亦已安裝完成，而且根據台電公司計畫，龍門核能電廠原二號機初始爐心之新核燃料將於 99 年 3 月左右進廠，並預定先暫存於一號機用過核燃料池中；為配合該批新核燃料之預定進廠暫存作業時程及確保核能安全起見，本會乃將相關之「一號機用過核燃料池格架安裝記錄文件查證」列為本次定期視察之視察項目，並將其併入管路與設備安裝及檢驗作業查證之子項目執行。另，鑑於龍

門核電廠目前仍持續進行龍門計畫工程二號機反應爐相關安裝檢驗作業及核四工程汽機廠房管路系統安裝專案工程(MCP002)之相關作業，而一號機該安裝工程則均已瀕完成，故亦將其列入本次定期視察中管路與設備安裝及檢驗作業查證之子項目執行。又，一號機機械設備與管路安裝工程作業，雖多已陸續完成安裝，但儀控管路安裝工程則仍為目前極為重要之施工作業。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前述安裝施工作業之執行狀況進行了解，相關視察發現摘述如下：

(一)反應爐相關安裝檢驗作業

本項目之視查以 1 號機核子反應器設備整體功能、及附屬 FMCRD 設備之安裝為對象，共提出 3 個議題：(1)CRDH 及其法蘭面之清潔規格；(2)RWCU 系統之建立與 FMCRD 安裝之次序；(3)有關 dryer/separator 積塵之清理是否須替代規格。視察發現分別摘述如下：

- 1.累積這 1 年當中，若干 CRDH 取樣照片如附圖（參照片 1 及 2），其不符合台電公司自提規格 GE-26A5271。經查詢其是否衝擊 FMCRD 安裝之前置條件，是否有廠家替代規格之認可。該議題無法在現場得到解答。
- 2.有關 1 號機 RWCU 系統之建立及確保爐內水質之能力，是否必須在 FMCRD 安裝之前完成，其問題之起源係基於若干經驗照片（參照片 3）。台電公司曾在 FSAR 審查之 F-14-005

答覆「...RIP（參照片 4 及 5）葉片及 CRDH 法蘭附近受污染之情形（同參照片 1 及 2），經本公司評估後，應無需 GE 參與判讀」；由於從 FSAR 無法清楚讀出系統安裝及測試次序，建議現場注意 FMCRD 安裝前置條件之釐清，以確保 FMCRD 設備品質。

3. 有關 dryer/separator 暴露在有揚塵的環境中，導致設備清潔規格不符合自提之 GE-26A5271 要求。其積塵（參照片 6 及 7）是否衝擊未來整體反應器設備可用性，是否有廠家之認可；該議題無法在現場得到解答。
4. 雖然在設備安裝/測試完成之前，視察者沒有立場介入台電公司與廠家對安裝可接受準則之判定；然而，現場不符合台電公司自提施工規格 GE-26A5271，需執照申請者說明上開不符合之變更事項，是否有原始設計廠家其它替代規格或以某種形式認可。

(二)一號機用過燃料格架安裝檢驗文件紀錄查證

查閱一號機用過燃料格架安裝檢驗文件紀錄，整體看來大致均符合要求，惟建議再加強下列檢驗作業文件品質：

1. 在各相關檢驗表中需扭力測定設備(扳手等)校正檢查，但未附相關證明文件。
2. 在各相關設備安裝檢驗表中需用來安裝之圖面多為非管制

- 版之參考位置圖面，應再加強施工文件品質管控，以免誤用。
- 3.查閱龍門源 004-M-039-816 檢驗表文件中有螺栓安裝變更為插銷安裝 UFCR-NSS-3912 之設計變更作業，但未附任何相關證明完成變更設計之資料。
 - 4.一號機用過燃料儲存架安裝後須執行 Dummy test，依龍門施工處 LMP-QLD-003 檢驗作業程序書規定，品質組之見證點/停留檢驗點合計至少須執行 30%以上，經辦組之見證點/停留檢驗點合計至少須執行 50%以上。經辦組採全驗方式辦理，而無任何註記測試點情形，但品質組執行抽驗時，係在執行抽驗時會註記抽驗情形，而“全驗”時卻無任何註記，此易使人誤解 QC 未執行抽驗，故建議品質組全驗時亦加註“全驗”兩字，才不致混淆。

(三)核四工程汽機廠房管路系統安裝專案工程(MCP002)作業品質查證

1. 本會於本次定期視察時，發現「核四工程汽機廠房管路系統安裝」專案工程(MCP002)之一號機 1P26-L-SB-5005-Y29 圖號管路設備安裝作業，除執行「現場安裝銲道檢驗傳票」及「管架安裝銲道檢驗傳票」兩項外，另外有「材料製件紀錄」、「管節廠製檢驗表」、「管路安裝檢驗表」、「ASME Sec.III 銲道對接銲作業檢驗表」、「管架安裝檢驗表」、「吊架組件填角銲銲接作業檢驗表」及「S 級銲道修補作業檢驗表」等各項檢驗。但比對二號機相同圖號作業，除執行「現場安裝銲道檢驗傳票」及「管架安裝銲道檢驗傳票」兩項外，僅修改

二號機材料/製件紀錄(MIR)增列「位置及高程確認」及「完工確認」兩項，其餘相關檢驗均取消，大幅度變更並減少檢驗項目，除材料確認及銲道銲接作業與原檢驗作業品質接近外，支架與管路之預製、安裝與裁切加工等各項檢驗無檢驗紀錄，不符合核四計畫專案工程品質保證計畫第十章 1.0 與 2.0 規定專案工程期間自材料接收、製造、安裝等過程中相關之檢驗工作。

2. 前述有關二號機材料/製件紀錄(MIR)之位置及高程確認僅由專案施工組簽署，而品管分組均以 NA 註記而未檢驗或確認，不符合核四計畫專案工程品質保證計畫第十章 4.2 品管分組負責訂定並執行檢驗工作中之品質查證項目；圖號 06888-2P26LSU5039-Y10 之 MIR 位置及高程確認日期為 98 年 11 月 1 日，而現場安裝銲道檢驗傳票之銲口組裝對正到銲接等日期為 8 月 1 日至 8 月 11 日期間，均在 11 月 1 日之前，顯示檢驗作業程序不符正常作業程序。另本會在 1 月 13 日亦於圖號 06888-2B21LSA5053 之 B21 管路製造及安裝工作現場，發現其當時僅正在執行 FW-10 對銲銲接作業中，但材料/製件紀錄(MIR)卻已完成包含該銲道相關管段等 5 項設備之完工確認；雖專案施工組人員表示係對廠製銲道之完工確認，卻顯示檢驗作業偏離檢驗目的，無法證實施做設備之品質是否符合相關工作說明書與圖面要求。本項有關 MIR 之品質管制執行結果除有偏離對現場施工檢驗作業之錯誤認知外，明顯無法滿足管架與管路之現場安裝銲道檢驗傳票

以外之各項檢驗需要（本件本會已另開立違規事項處理）。

(四)詹記公司承攬之儀控管路安裝工程作業查證

- 1.詹記公司承攬之儀控管路安裝工程因為執行各項施工檢驗作業之改善案，而與之前查證其改善後情形相比較，發現相關改善仍與原未檢驗情形相差無幾；再經多次與相關人員訪談說明後，發現改善作業已重新修正，而將原認定已完成支架銲接檢驗之作業取消而重作檢驗。本次查證，經中鼎公司支援之人員說明目前矯正作業之各部分作業與相關檢驗文件及程序後，終可確認相關檢驗依其說明方式執行，可符合各項品保與品管要求。
- 2.目前 Tubing 管路安裝工作在配合相關先備系統之 PCT 及日後試運轉作業先行安裝而未安裝正式支撐，並以臨時支撐狀態下執行 Tubing 管路水壓測試作業，雖水壓測試執行條件中對其並未明文規定，惟如臨時支撐之數量及位置無適當管控，則不但不符合正常施工作業程序，且在大多數支撐未安裝情形下，卻已完成 Tubing 管路之水壓測試，則其後大量正式支撐補安裝對管路系統之整體性與安全品質亦不利，同時於正式支撐補安裝過程如何保證已完成水壓測試之 Tubing 管路之完整性不受影響也極為困難；甚至最終資料報告之簽署作業均將可能受到影響。故龍門施工處應澄清支撐未安裝檢驗完成，卻已完成水壓測試之 Tubing 管路，如何確保正式支撐安裝時已安裝 Tubing 管路之完整性不受影響或於該 Tubing 管路在支架安裝完成後將再重做水壓測試作

業。該狀況經詹記公司 ANI 說明將要求詹記公司以 NCR 方式處理，並提出不致影響已完成水壓測試 Tubing 管路之完整性之後續作業方式或俟支架安裝完成後再重做水壓測試作業。

- 3.於現場巡查時，發現一些儀器管 (Tubing) 被任意弄彎變形，日後恐因應力集中致產生較易破裂之疑慮 (參照片 8)。另，發現一些現場埋鈹之螺桿被任意切掉 (參照片 9)；以及後裝式埋鈹於裝設時因工作過程缺失，致使附近之混凝土面發生破裂之情形 (參照片 10)。

二、一號機運轉前檢查/測試計畫(PSI/PST)執行作業

一號機運轉前檢查/測試(PSI/PST)作業，目前在 PSI 部分已接近尾聲，需待 B21,N15,N22 及 P13 等系統完成剩餘之水壓測試作業後，即可再接再續進行剩餘之約 10%PSI 檢查作業；至於在 PST 方面則以管支吊架與減震器之目視檢測為主，其餘之項目則或尚未開始或僅完成極少量數之泵浦與管閥之測試作業。本次定期視察主要針對 PSI/PST 作業執行前(進入)管制、作業執行結果與處理現況及人員資格等進行了解，及訪談相關作業人員外，並曾赴現場實際觀察 PSI/PST 之作業實況。視察中之主要發現與建議事項摘述如下：

1. PSI/PST 進入管制：(1)PSI 作業之執行係由檢測隊自行上網查詢施工處工程經辦組之水壓測試狀況資料，並自行申請管制版

圖面與進行現場 Walk down 後執行之；(2) 查核龍門電廠營測課執行之 PST 作業，另發現有安裝完成圖面與現場不符、現場施工未完成(如：銲接未完成、基座未灌漿)，以及已進行保溫包覆致無法進行相關作業等情形，顯示台電公司對於 PSI/PST 作業之提送與執行時機，並未建立管制措施，致有前述作業執行前未查證確認，以及執行時機不符 PSI/PST 執行前先備條件要求等之情狀。臺電公司應針對有關缺失進行檢討並建立相應之管制措施。

2. 根據管路支吊架 PST 檢驗結果仍有相當高比率之缺失，諸如：間隙墊片未移除、銲道銲渣未清除、扣環未安裝(或未扣)、間隙不符及螺件未鎖緊等應於施工檢驗階段即應發現之缺失情形，顯示施工品質與檢驗作業仍有改善與加強落實之空間，龍門施工處應檢討並改善之。
3. 於反應器廠房 421 房間，抽查 RHR-B 串管路 W-00561A (C37) 之 PSI 作業執行情形，並查證 PT 檢測人員資格、藥劑及執行程序，均符合規定；另，再查證 UT 檢測人員資格及儀器校正紀錄，亦符合規定及在校正期限內。
4. 查證 PSI 協力廠商大有公司人員資格 (PT)，均具有中華民國非破壞檢測協會之資格或經檢測隊考試授證。營測課檢測人員

均具有林訓中心 VT-3 證書，且在有效期限內。

5. 除前述缺失，PSI/PST 之修補/更換作業亦未建立管制機制，且 PSI 及 PST 作業 QC/QA 並未參與。臺電公司應儘速完成修補/更換作業管制措施，以處理目前已有但卻未進行處置之 PSI 缺陷案件，另應研擬制定 PSI 及 PST 作業之 QC/QA 查證作業規定，並請併入已提報之「第四核能發電廠一號機第一個十年營運期間檢測計畫書(含營運前檢測)」，以補正品保缺漏(含修補/更換作業管制措施)。另，臺電公司應列出系統試運轉測試與起動測試各階段前須完成之 PSI/PST 作業項目與範圍，並於適當文件中規範查驗要求。

6. 一號機管路支架曾使用俊鼎公司之組件(材料)替代部分 LISEGA 公司之組件，但於 PST 相關資料中卻未發現任何俊鼎公司有關之品質文件，經訪談及查證相關檢驗文件後發現，以俊鼎公司組件替代 LISEGA 公司支架組件之資訊僅紀錄於中鼎公司之傳票，且至目前為止龍門施工處並未針對 LISEGA 公司支架品質文件進行必要之文件抽換及更正註記作業。龍門施工處應儘速辦理該項作業，或採取足以確保文件可追溯性與正確性之措施。

三、一號機電纜(電力及儀控)安裝品質及現場作業

一號機電氣及儀控系統現階段正進行大量電纜線（含電力及儀控）敷設，各系統俟電纜線敷設完成及測試後，將陸續進行系統移交及試運轉測試。由於電纜線之敷設係為電氣與儀控安裝工程的基礎工程，其攸關日後電廠運轉之可靠度，為確保電纜線敷設品質，遂將配合本次定期視察針對目前進行之電纜敷設作業現況進行了解。本次主要針對電纜線敷設作業之管控作業、線徑與設備接線端子無法匹配之處理方式、異線徑接續施作方式及現場施作情形等進行視察及瞭解。視察期間，除了訪談相關作業人員外，並赴現場實際觀察電纜線敷設情形。以下為本次之視察發現與建議：

1. 龍門電廠使用 CARMS (Cable and Raceway Management

System) 管控電纜及管槽 (Raceway) 之設計與敷設，經查證 CARMS 系統電纜架負載容量，發現其超過 CARMS 內建之 overfill 值 (40%) 之案例甚多，且有高達 70% 之案例。依現行做法為若超過預設值時，由設計工程師自行評估判斷，核技處並未建立判斷 overfill 之接受與評估標準，且亦未對目前設計階段電纜架超過設定值進行管控，以及已超過設定值之現場電纜架敷設情形進行評估及確認，為確保電纜架使用容量數據之正確性及可用性，宜速建立相關之管控機制；另，為確保後續電纜

敷設之進行，對已超過設定值之電纜架，除請建立定期清查之機制外，並提改善方案報會。

2. 控制廠房及反應器廠房有部分安全級電氣盤（如 CVCF）或設備進線處，因電纜線數量相當龐大且盤內空間不足情況下，施工處在電氣盤上方加裝拉線箱（參照片 11）或另外增設拉線箱方式（參照片 12），解決盤內空間不足之問題。由於該安全級盤面均經過耐震驗證，若於上方直接加裝拉線箱，恐對原已通過耐震驗證設備造成衝擊，請澄清說明該批設備是否仍符合原設計之要求。
3. 施工處因電纜線徑與設備接線端子無法匹配之問題，均以開立 CIR 或 UFCR 方式要求設計單位澄清或提供施作方法，迄今設計單位依據現況共提供有 3 種電纜接續方法。由於現場異線徑接續數量相當龐大，在龍門電廠已經成為通案而非個案，建議設計單位對電纜接續施作方式發行圖例（typical），並加註施工中應注意事項，供施工單位施作，以提升電纜接續之施作品質。
4. 對於電纜異線徑之接續，若採用接線銅排方式處理者，由於在盤面有限空間加裝銅排，且銅排並未加裝絕緣護套而以帶電體裸露方式，對安全距離不足者可能影響帶電部位的電氣安全；為確保人員及設備安全，建議施工處清查確認電氣安全距離並

改善。

5. 龍門施工處對於電纜敷設及終端接續均有相關之程序書與檢驗流程，以確保其施作之品質。惟查閱電纜中間接續部份（含高、低壓），並無相關程序書及檢驗機制，若僅以電氣測試（如 DC Hi-Pot、絕緣測試等）方式，作為確認電纜中間接續處之施作檢驗，對電纜接續檢驗似乎略嫌不足，為確保電纜接續之品質，請建立相關程序書及檢驗機制；另，並請於電纜接續處施作相關之標示，並將接續相關資料反映於品質文件，以供電廠未來運轉維護之參考。

6. 本次至反應器廠房、控制廠房及海水泵室等，就電纜現場敷設情形視察發現如下，龍門施工處應逐項進行檢討改善：

（1）安全級 A4 4.16kV 設備室，MCC 盤上方陸續進行相關電纜敷設，惟拉線過程中，並未依程序書規定將纜線盤整，以致纜線零亂散置整個通道地面（參照片 13），而任由相關人員踩踏通過；

（2）對於部份電纜架設計或施作不佳，恐造成電纜線敷設之彎曲半徑不足（含儀控光纖電纜）或應力集中等問題；

（3）現場電纜架垂直部分，其電纜架內安裝之電纜，為避免重力造成電纜損壞，NEC 或國內電工法規均有要求電纜於適

當距離處加以固定，惟現場仍發現有電纜未依程序書

(LMP-ELD-009 電纜敷設作業程序書)規定距離固定者；

(4) 反應器廠房冷卻海水泵室 C 串 RBSW 馬達設備室上方導線管，發現有導線盒 (Conduit Body) 之蓋板未固定。

7. 對於儀電包商如協真公司等，因其同時製造 ASME 及 Non-ASME 支撐 (support) 組件，但至預製場巡視時發現其工作場所並未明顯區隔，恐對安全級 support 品保文件管控有不良影響之虞。
8. 反應器廠房及控制廠房 cable trays、conduits 及其他管線交錯在有限空間內，恐因設備與管線零亂佈置，而影響未來設備之可維護性，建請整體檢討及改善；另，對於二號機 cable trays、conduits 配置，建議應能事先規劃 conduits 之施作方式 (如管排施作方式)，以降低施作及維護之困難度。
9. RBSW C 串 MCC 盤上方電纜架 (編號 1TC37003)，由目視即可明顯判斷 over fill (參照片 14)，經施工處查閱 CARMS 系統共計敷設有 23 條電纜線，其電纜架設計容量為 24.08%，並未超出法規 (NFPA 70: National Electrical Code, NEC) 要求；再經施工處清查後，發現有 10 條儀控電纜錯拉至電力電纜使用之電纜架內，由於現場電纜敷設已超出電纜架高度，明顯與法規不

符，施作之承包商或施工處檢驗員，應可於第一時間察覺，反應至設計單位澄清及確認敷設電纜之正確性，在第一線人員疏忽下，該批電纜經由承包商、經辦課及品質組等層層檢驗後，並移交至電廠準備進行試運轉測試，從施工、檢驗至測試之過程中，均無人察覺此不合理之處，請從拉線卡發行、拉線後之檢驗、回報更新 CARMS 資料庫等面向提檢討報告報會，並請釐清此為個案或通案（本件本會已另開立違規事項處理）。

四、起動管理手冊初始測試作業之行政管理/文件管制/訓練要求

現行龍門核能電廠工程進展，目前已逐漸由施工後測試階段進入試運轉階段，二者均為核能電廠初始測試作業整體範疇中之重要測試階段，其行政管理、相關文件管制及測試訓練要求等之落實與否，攸關初始測試作業之成效；有鑑於此，本會特利用定期視察的時機，針對龍門核電廠上述之作業內容進行全面性視察。相關視察發現摘述如下：

(一) SAM-01 初始測試計畫

1. 經查證 SAM-01 第 1.1.2 節有關儀控設備施工後測試(PCT)項目，其內容與終期安全分析報告(FSAR)內之敘述不同，請將有關控制與連鎖功能部分之敘述改為與 FSAR 一致。
2. 經查證 SAM-01 內有關試運轉審查暨協調委員會，因主要廠商皆未有效參與，因此至今只開過兩次會議，成效不彰，應

設法強化試運轉審查暨協調委員會組織與功能。

3. 查證 SAM-01 第 2.4.6 節有關施工後排程工程師，因其職責包含施工後測試時程之掌控，但聯合試運轉小組（JTG）至今仍未指派適當人選，應儘速改善。
4. SAM-01 第 2.6 節有關核安處駐龍門品保小組部分，經查證品保小組已建立之 PCT 視察計畫中，未將管路支撐、吊架及減震器檢查與調整及管路沖洗清潔度等內容納入，建議核安處改善。
5. 經查證品保小組雖曾針對安全系統試運轉測試程序書執行審查，惟，未針對程序書內容是否符合設計規範及測試內容完整性進行審查，請改善。

(二) SAM-07 聯合試運轉小組

經查證聯合試運轉小組運作，各項工作（含沖洗、施工後測試、移交、試運轉及起動測試）已陸續執行其職責。但初始測試管理工程師（SAE）小組工作項目已遠超過 SAM-01/07 所規定內容，建議將 SAM-01/07 內容作適當之修正以釐清權責。

(三) SAM-09 設計文件管制

1. 龍門電廠品質組文件管制中心已開始接收核技處送來之廠

家圖面與規範，但經查證尚未有適當之分類與建檔，建議應及早建立。

2. 查證放置在電廠儀控組之 P21-RBCW 系統單線圖（wiring diagram）控制版圖面，有 18 張圖面為缺圖狀態，但經與核技處聯絡及核對，發現該 18 張圖面係因電廠儀控組圖號寫錯，以致工管組無法找到對應圖面，但電廠儀控組人員未再進一步追究缺圖原因，以致未能發現圖號寫錯。電廠人員執行試運轉測試時若發現控制版圖面有問題或其他問題時，應積極主動告知核技處或反映至施工單位以查明原因，電廠應再加強人員此方面之訓練。

(四) SAM-11 初始測試進度報告

1. SAM-11 內容規定本身內容之開始實施與否，係由聯合試運轉（JTG）主席視初始測試狀況來決定，但龍門電廠 SAM-11 至今遲未實施，因此電廠亦尚未落實初始測試進度報告，此外 SAM-11 內容要求進度報告採行日報表方式與現行龍門電廠已實施之網路管理並不相同，請電廠重新審視 SAM-11 內容是否合乎要求及其可行性，並應儘早開始實施 SAM-11，以確實掌控初始測試進度。
2. 經查證電廠 JTG 網頁內有關試運轉測試時序管登內容，有

部分試運轉測試狀態並未適時更新，因此無法確實得知試運轉進度，請電廠要求試運轉主持人確實填寫試運轉測試時序管登內容。

3. 經查證電廠 SAE 組織已依 SAM 之規定而建立，並開始協助 JTG 主席管控初始測試狀態及稽催工作請修單 (SWR)、現場問題報告 (FPR) 及測試遭遇之困難等，依 SAM-11 精神各相關工作單位應主動報告各項工作，包含移交、測試進度與現況與施工處處理品質不符項目現況等，但 SAE 小組運作初期工作推行並不易實施，建議台電公司與龍門電廠管理階層應適當提供協助，以順利推展試運轉測試之進行。

五、安全系統軟體構型管理執行作業

軟體構型管理 (Software Configuration Management，簡稱 SCM) 係軟體發展過程中一項重要的管控作業，此作業內容應包含 baselines 的確認與建立；軟體變更的審查、核准、與管控；軟體變更的追蹤與報告；軟體發展過程的稽核作業；軟體介面與供應商的管控；軟體管控狀況說明等。本次視察係以龍門核電廠之安全系統 (反應器保護系統 (RTIF)、特殊安全設施 (ESF)) 軟體構型管理作業為主，同時也對一般軟體目前的管控情形進行瞭解。龍門核電廠軟體構型管理作業概可分為兩階段，包括目前建

廠階段與未來商業運轉階段。目前龍門核電廠建廠階段之安全系統軟體構型管理作業係由軟體供應商 GE 公司負責，台電公司則負責執行稽核與審查作業；未來商業運轉之後，軟體構型管理作業則移交由台電公司自行進行管控。本次視察係針對龍門核電廠安全系統軟體構型管理作業之現況進行整體性地查證，範圍涵蓋目前建廠階段與未來商業運轉階段。針對這兩個階段之軟體管控作業的視察發現摘述如下：

(一) 建廠階段

1. 在龍門電廠建廠階段，DCIS 系統廠家尚未移交軟體構型管理作業給台電公司之前，DCIS 安全系統軟體構型管理還是由各廠家依軟體構型管理計畫 (Software Configuration Management Plan, 簡稱 SCMP) 來執行。在此期間，台電公司雖可透過 ReTrad 與 IMS 系統有效地掌控 DCIS 各廠家軟體發展過程之 SSA (Software Safety Analysis)、IV&V (Independent Validation & Verification)、HFE (Human Factor Evaluation)、BRR (Baseline Review Report) 等審查文件及各式軟體發展計畫與安全分析報告等，然對於軟體較具體之數量與版次等資訊則應作更有效地管控，建議台電公司應檢討目前機制並收集此方面的資訊。至於一般軟體現階段則較欠

缺軟體構型管理之管控機制。

2. 軟體發展過程應建立 Installation Configuration Table (ICT)，此 ICT 表格應提供各程式所對應的 memory address 配置、input 及 output 等資訊，以方便未來軟體的安裝與查證。然由此次台電公司所提供之資料中並未發現此 ICT 表格，建議台電公司確認廠家是否已建立此 ICT 表格，並澄清此表格包含哪些資訊。
3. 經查證安全軟體開發過程有使用軟體工具 (例如 DRS 軟體開發工具 Orcad)，由於軟體工具的版次變更有可能會影響軟體開發，建議台電公司應補充說明軟體工具的軟體構型管理之管控情形。
4. GE 公司龍門構型管理計畫 31113-0A51-4501，於 3.7 節 Configuration Reviews and Audits 承諾安全軟體於 Validation Testing 結束後，進行 Functional Configuration Audit 確認測試報告完整性及正確性 (as test)；進行 Physical Configuration Audit 確認 System Build Description 完全符合 HSS 描述 (as build)。紀錄是放在 software project DRF (Design Record File)，請台電公司補充提供進行這些 audit 所完成工作項目之 completed checklist。

5. 目前安全軟體構型管理作業主要由核技處與電廠相關人員參與，建議台電公司應建立適當的安全軟體構型管理品保制度，將建廠階段之軟體與軟體設計修改文件列為必要的移交項目，並明確訂定軟體構型管理的管制點、管制權責及驗收機制等。廠家設備交運的驗收作業及施工處移交系統設備給電廠的移交作業都應該把軟體列為驗收及移交項目。
6. 針對安全系統軟體，目前台電公司係以 EPROM 為管制單元。此次視察至 FID programming station 實地瞭解 DRS FID 燒錄至 EPROM 製作 firmware 的控管過程。訪談過程得知 DRS Div 0 0H23-PL-2301S RMU 盤之其中一片卡片，其 EPROM 由於需 disable 二號機之訊號，乃直接由 DRS 駐廠 TA 進行臨時性修改，並於設備上吊掛臨時修改標籤。之後至 DRS RMU 現場查證其掛卡情形，發現此設備的掛卡情形符合規定（參照片 15）。此 DRS FID 臨時性修改雖不違反程序上的規定，然由於整個過程涉及 EPROM（內含軟體）的更換，為降低相關作業的風險，請台電公司慎重考量加強涉及 EPROM 燒錄的軟體管控機制。

（二）商業運轉階段

1. 目前龍門電廠委託核研所所建置的龍門核電廠 DCIS 數位儀

控構型管理系統較偏重軟體的儲存、管理及復原，並無法窺知各軟體之發展流程。為因應未來軟體修改與更新的需求，建議此系統應考量加入 software configuration 之概念。又該構型管理系統設定於商轉後才上線使用，無助於目前一般軟體欠缺軟體構型管理管控機制之改善，台電公司宜對一般軟體補齊目前軟體構型管理管控機制之空窗期。

2. 目前龍門電廠在軟體構型管理的規劃是將多個構型管理相關程序分散在電廠監控系統軟體構型管制 (程序書編號：168.02)、軟體維護管制程序 (程序書編號：168.03)、安全系統軟體維護績效評估 (程序書編號：168.04)、電廠設計修改管制 (程序書編號：1103.01) 等程序書中，並沒有統一、整體之規劃 (此些程序書係商轉後使用，亦即現階段欠缺管控程序書)。建議台電公司建立一上位型之構型管理計畫，整合未來軟體維護工作，並將構型管理及 Configuration Control Board (CCB)、Responsible Configuration Control Engineer (RCCE) (GE 發展階段有此組織與專人) 等專有名詞和既有軟體更換等流程作適當的關聯及說明。
3. 台電公司核一、二、三廠執行維護方案 (Maintenance Rule，簡稱 MR) 有專人擔任 MRC (MR Coordinator)。建議龍門電

廠構型管理作業亦應有受過專業訓練之專責人員，以 configuration control coordinator 身分提供表格、流程協助、軟體 configuration item 現況管控、status accounting 及協助 QC/QA 人員進行 review 與 audit。

4. DCIS 數位儀控構型管理系統未來將接收各廠家移交之各類軟體，請台電公司評估此系統與各廠家系統之間的銜接性，並補充說明此系統未來如何管控這麼多不同廠家的軟體。
5. 目前台電公司委由核研所開發之 DCIS 數位儀控構型管理系統之軟體管控方式係採隨機接收之機制，很難確認此系統是否已完全涵蓋所有之軟體，請台電公司檢討目前之機制以確保此系統的完整性。

六、廢料處理廠房工程及低放射性廢棄物貯存庫

(一) 現場巡查施工品質現況，發現缺失如下：

1. 廢料廠房廢棄物處理系統 K11、K12 發現電纜線之擺置，未依程序書規定將電纜線之截斷面以膠布纏繞保護置於地面，恐影響品質(參照片 16)。
2. 廢料廠房廢棄物處理系統 K11、K12 部份管路接頭在未接妥前，未依程序書規定做好防止異物入侵之處理作業(參照片 17)。

3. 廢料廠房固化處理系統電纜線共管處，纜線雜亂擺置，恐影響爾後維護作業(參照片 18 及 19)。
4. 廢料廠房廢液收集槽 C 引水管路口，未依規定做好防止異物入侵處理（參照片 20 及 21）。
5. 廢料廠房部份走道（含樓梯間）有突出設備，恐影響人員走動安全。
6. 廢料廠房廢棄物處理系統部份儀控、採樣設備未做好遮防塵（參照片 22）。
7. 廢料廠房部份管路之保溫棉之防護層未依規定於拆卸檢查後復原，並發現有保溫棉之防護層有踩踏凹痕（參照片 23 及 24）。
8. 檢查廢料廠房廢棄物處理系統 Condensate Water Pump A 發現現場凌亂且佈滿灰塵、雜物等，經查其設備施工安裝期間維護保養/檢查查證表之設備編號 OP-62-P-8001A（Condensate Water Pump A）98 年 7 月份檢查紀錄，發現維護保養單位之課長及經理未依規定於審閱欄簽章；另檢查項目「清潔」欄內之檢查結果為「良」，經查施工安裝期間維護保養/檢查工作指引編號「002」規定之「清潔」定義為：「無雜物、灰塵或不潔物」，與實況不符。

(二) 查閱馬達 PCT 紀錄文件 163 份，紀錄雖齊備，惟發現迴轉機馬達初運轉試驗紀錄檢查表之一些疑義，需台電公司進一步澄清：

1. 對同一部馬達而言，初驗與複驗絕緣電阻量測接受標準不一致（ $25\text{M}\Omega$ 與 $100\text{M}\Omega$ ）。另發現同為 480V 之馬達，接受標準欄填寫有 $15\text{M}\Omega$ 、 $25\text{M}\Omega$ 與 $100\text{M}\Omega$ 各種不同值。
2. 馬達轉動方向之接受標準：X 時針。檢驗員稱程序書係全廠通用，所以沒有轉向標準，檢查發現有部份表格轉向標準欄填寫：逆、CCW、CW 或未填寫，另檢驗員判定欄有的填寫：符合、轉向正確或僅簽名未作判定。
3. 部份表格紀錄數據有塗改修正，但未簽名或蓋章以示負責。
4. 部份表格紀錄起動電流數據超過接受標準，但未註記不符合或後續處理情形（0K13-CVY-5306-M06、0K13-CVY-5327-M27、0K13-CVY-5348-M48）。

肆、結論與建議

1. 反應爐相關之安裝檢驗作業方面，發現其爐心內部組件之儲存與安裝環境之清潔管理均有待加強。
2. 在一號機用過核燃料池格架安裝檢驗文件紀錄項目，經本次團隊定期視察查證後，認為其整體作業大致符合要求，但仍有一

些檢驗作業文件品質方面的缺失，建議台電公司應再加強該方面的管制作業。

3. 核四廠 MCP002 工程作業品質查證方面，發現其二號機之作業程序及紀錄品質有違反核子反應器設施品質保證準則相關條文規定之疑慮，本會已另開立違規事項處理之（參附件二之違規事項處理表，編號：EF-LM-99-003）。
4. 詹記公司承攬之儀控管路安裝工程作業方面，其以臨時支撐狀態下執行 Tubing 管路水壓測試作業，雖水壓測試執行條件無明文規定支撐之安裝條件，但大多數支撐未安裝情形下，不但不符合正常施工作業程序，且大量支撐補安裝恐對管路系統之整體性與安全品質有影響，甚至最終資料報告之簽署作業均將可能受到影響。故建議龍門施工處應澄清支撐未安裝檢驗完成，卻已完成水壓測試之 Tubing 管路，其如何確保正式支撐安裝時已安裝 Tubing 管路之完整性不受影響，或應承諾該 Tubing 管路在支架安裝完成後將再重做水壓測試作業。
5. 本次定期視察於現場巡查時，發現一些儀器管（Tubing）被任意弄彎變形，日後恐因應力集中致生較易破裂之疑慮。另，發現一些現場埋鈹之螺桿被任意切掉；以及後裝式埋鈹於裝設時因工作過程缺失，致使附近之混凝土面發生破裂之情形。
6. 一號機運轉前檢查/檢測計畫(PSI/PST)執行作業方面，目前 PSI 及 PST 作業均無 QC/QA 參與，建議龍門施工處應研擬制定

PSI 及 PST 作業之 QC/QA 查證作業規定，並請併入已提報之「第四核能發電廠一號機第一個十年營運期間檢測計畫書(含營運前檢測)」。

另，於一號機管路支架 PST 方面，至目前為止龍門施工處並未針對 LISEGA 公司支架品質文件進行必須之文件抽換及更正註記作業，建議龍門施工處應儘速辦理是項作業，或採取其足以確保文件可追溯性與正確性之措施與作為。

7. 一號機電纜安裝品質及現場作業方面，除有一些電纜架容量超過（參附件二之違規事項處理表，編號：EF-LM-99-002）及現場電纜安裝作業品質之相關缺失外，另於安全級電氣盤上方加裝拉線箱，恐對原已通過耐震驗證設備造成衝擊，建議龍門施工處應澄清說明該批設備是否仍符合原設計之要求。
8. 起動管理手冊初始測試作業之行政管理/文件管制/訓練要求方面，由抽查結果可初步認定龍門電廠已依 SAM 的內容執行其試運轉工作，惟仍發現有部分缺失例如試運轉組織缺少廠商參與、品保人員未詳細查證試運轉測試程序書內容與測試人員未主動回報圖面異常等，均有待龍門核能電廠改進。
9. 在安全系統軟體構型管理執行作業查證項目，除針對建廠階段之 CM 方面，發現一些有關軟體數量、版次、燒錄、安裝及移交等資訊控管方面之潛在缺失，並提出相關建議外；另，對於商業運轉階段之 CM 方面，亦對未來整合、訓練及擴增等有關面相提出具體建議。

10. 在視察團隊第二組之廢料處理廠房及低放射性廢棄物貯存庫工程方面，於低放射性廢棄物貯存庫執行現場巡查施工品質現況，並無發現異常事項；另查閱施工品質紀錄文件，其紀錄亦完整，未發現缺失。至廢料廠房現場巡查施工品質現況，則發現一些有關廠務管理方面之缺失；但在馬達 PCT 紀錄文件品質查證方面，則經抽查 163 份紀錄文件，確認其紀錄齊備，雖仍有一些有關迴轉機馬達初運轉試驗紀錄檢查表之一些疑義，尚待龍門施工處進一步澄清，整體來說瑕不掩瑜。至於廢料廠房與廢料倉庫之試運轉方面，則建議台電公司應注意其主要設備試運轉計畫之時程配合，亦建請其應注意未來運轉執照申請時的配合事項。

根據本次團隊定期視察之了解，在各項視察項目中，仍可發現若干執行缺失或瑕疵，本會亦發現隨著工程進度的推進，相關測試作業陸續展開，但視察發現顯示施工處與龍門核能電廠對於有關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，並與龍門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；由相關視察發現顯示，相關龍門工程之品管與品保作業，仍舊有很大改善空間。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，除廢料處理廠房工程及低放射性廢

棄物貯存庫部分，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缺失，本會除已開立二件核能電廠違規事項 EF-LM-99-002 及 EF-LM-99-003 予以處置（參附件二）；另，本會亦已分別以 AN-LM-99-001、AN-LM-99-002、AN-LM-99-005、AN-LM-99-006 及 AN-LM-99-007 等計五件注意改進事項（參附件三），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。

伍、視察照片



照片 1



照片 2



照片 3



照片 4



照片 5



照片 6



照片 7



照片 8



照片 9



照片 10



照片 11



照片 12



照片 13



照片 14



照片 15



照片 16



照片 17



照片 18



照片 19



照片 20



照片 21



照片 22



照片 23



照片 24

附件一

龍門計畫第三十七次定期視察計畫

一、視察人員

(一)領隊：徐副處長明德

(二)視察人員

本會人員：牛效中、莊長富、趙衛武、葉元川、李建智、曹松楠、
李綺思、張國榮、許明童、宋清泉、洪子傑、趙得勝

物管局：郭火生、羅劉福、蔣焜淵

核研所專家：廖俐毅、陳昱中、劉驥

二、視察時程

(一)時間：98年12月14日至18日

(二)視察前會議：98年12月14日(星期一)上午10時

(三)視察後會議：98年12月18日(星期五)下午13時30分

三、視察項目

第一組(廠房設備安裝工程、品管作業及初始測試作業)

(一) 管路與設備安裝及檢驗作業(含一號機燃料格架安裝記錄文件)

(二) 一號機運轉前檢查/檢測計畫(PSI/PST)執行作業

(三) 一號機電纜(電力及儀控)安裝品質及現場作業

(四) 起動管理手冊初始測試作業之行政管理/文件管制/訓練要求
(SAM-01, 04, 06, 07, 08, 09, 11)

(五) 安全系統軟體構型管理執行作業

第二組(廢料處理廠房及低放射性廢棄物貯存庫工程)

(一) 廠房施工配管、儀電及電氣工程品質作業

(二) 品質管制作業(自主品管及台電三級品管)

(三) 低放射性廢棄物貯存庫施工品質作業

(四) 廢料處理廠房設備施工後測試作業

四、 注意事項

(一)視察前會議時，請提出下列簡報：

1. 龍門工程現況及問題檢討(含未來半年重要工程目標之要徑工程及準備作業(項目)現況與進度情形)
2. 一號機運轉前檢查/檢測計畫(PSI/PST)執行作業及現況簡介
3. 一號機電纜(電力及儀控)安裝現況(含電纜保護措施等)與遭遇或潛在問題(含設備進線等)
4. 聯合試運轉小組運作現況簡介
5. 安全系統軟體構型管理執行作業及現況簡介

(二)請針對各視察項目指派連絡人，全程協助視察相關事宜。

(三)視察前請將本次視察相關程序書送至視察辦公室

(四)本案承辦人：李建智 (TEL：2232-2147)

附件二

核能電廠違規事項處理表

編號	EF-LM-99-002	廠別	龍門電廠	日期	99年02月06日
事項分類	核子反應器設施建造	等級區分	五級	承辦人	許明童 2232-2129
<p>違規事項：龍門核能電廠1號機反應器廠房海水冷卻泵室（RBSW Pump House）C串安全級電纜架敷設之電纜檢驗作業，未落實核四工程品質保證方案之要求。</p> <p>法規要求：1.核子反應器設施管制法第7條。 2.核子反應器設施品質保證準則第14條</p> <p>違規條款：核子設施違規事項處理作業要點第10點及第14點及附件（違規事項之類級區分）之二、（四）、1與二、（五）、1。</p>					
<p>違規內容：</p> <p>一、反應器廠房海水冷卻泵室 RBSW C串安全級 MCC 盤上方之電纜架（編號 1TC37003），由目視即可明顯判斷電纜架有溢滿（overflow）及高出電纜架邊欄之情形，已超出 PSAR 承諾之 NEC（National Electrical Code, NEC）第 392 條 Cable Trays 之要求。經查證電纜及管線槽管理系統（Cable and Raceway Management System, CARMS），發現紀錄中該電纜架僅敷設 23 條電纜線，其電纜架之設計容量為 24%，並未超出法規之要求；明顯與現場實況不符。</p> <p>二、再經由龍門施工處清查編號 1TC37003 電纜架後，發現有 10 條儀控電纜線應拉至編號 1TD37003 電纜架，而錯拉至電力電纜使用之電纜架（編號 1TC37003）內。</p> <p>三、由於現場電纜敷設已高出電纜架之邊欄，明顯與法規不符。施作之承包商或施工處檢驗員，應可於第一時間察覺，並反映至設計單位澄清及確認敷設電纜之正確性。惟後續電纜敷設及檢驗作業，卻將此視而不見，且經層層檢驗合格後，移交至電廠準備進行試運轉測試。</p> <p>四、經查該批儀控電纜線敷設作業於 98 年 4 月展開，分別於 98 年 5 月經由承包商（詹記公司）自主檢驗，以及 98 年 7 月經龍門施工處儀控組與品質組</p>					

等層層檢驗合格後，並已經移交至電廠準備進行試運轉測試。

五、以上情形，台電公司對於儀控電纜敷設之施工及檢驗作業，並未落實「LMP-ELD-009 電纜敷設作業程序書」及「LMP-ELD-008 電纜敷設檢驗作業程序書」等程序書之要求。

違規等級判定：

- 一、綜合上述，台電公司除未落實核四工程品保方案第 10 章檢驗要求外，並違反核子反應器設施管制法第 7 條及核子反應器設施品質保證準則第 14 條（經營者應建立檢查方案，以確保檢查作業均依據程序書、工作說明書及圖說執行。）等之規定。
- 二、爰依核子設施違規事項處理作業要點之附件「違規事項之類級區分」二、核子反應器建造、四級違規之第 1 項，「違反品保十八條準則之有關規定，而對安全或環境上有不良之危險，但未構成一、二、三級違規」規定，開立四級違規。
- 三、經查本案發生後台電公司積極處理改善，該部份儀控電纜並完成重新敷設及檢驗，且同時平行展開清查安全電纜架電纜敷設現況，以確保電纜敷設路徑之正確性。爰此，依本會核子設施違規事項處理作業要點第十點(三)減低違規等級，並依同作業要點第十四點附件二、(五).1 之規定，開立五級違規。

參考文件：

核能電廠違規事項處理表

編號	EF-LM-99-003	廠別	龍門電廠	日期	99年2月8日
事項分類	核子反應器設施建造	等級區分	四級	承辦人	張國榮 2232-2142
<p>違規事項：龍門電廠 MCP002 工程檢驗作業不符合品保與品管要求。</p> <p>法規要求：1.核子反應器設施管制法第七條。 2.核子反應器設施品質保證準則第六條第一項及第三項後段、第九條第一項後段與第十四條第一項及第三項後段。</p> <p>違規條款：核子設施違規事項處理作業要點第十四項及其附件（違規事項之類級區分）之第二、(四)、1款。</p>					
<p>違規內容：</p> <p>1、本會於龍門計畫第 37 次定期視察時，發現「核四工程汽機廠房管路系統安裝」專案工程(MCP002)之一號機 1P26-L-SB-5005-Y29 圖號管路設備安裝作業，除執行「現場安裝銲道檢驗傳票」及「管架安裝銲道檢驗傳票」兩項外，另外有「材料製件紀錄(MIR)」、「管節廠製檢驗表」、「管路安裝檢驗表」、「ASME Sec.III 銲道對接銲作業檢驗表」、「管架安裝檢驗表」、「吊架組件填角銲銲接作業檢驗表」及「S 級銲道修補作業檢驗表」等各項檢驗。但比對二號機相同圖號作業，除執行「現場安裝銲道檢驗傳票」及「管架安裝銲道檢驗傳票」兩項外，僅修改 MIR 增列「位置及高程確認」及「完工確認」兩項，其餘相關檢驗均取消，大幅度變更並減少檢驗項目，除材料確認及銲道銲接作業與一號機原檢驗作業品質接近外，支架與管路之預製(廠製)、安裝與裁切加工等各項檢驗無檢驗紀錄，不符合核四計畫專案工程品質保證計畫第十章 1.0 與 2.0 規定專案工程期間自材料接收、製造、安裝等過程中相關之檢驗工作，需證實各項影響品質的作業，均符合工作說明書、作業程序書和圖面的要求。</p> <p>2、前述有關二號機材料/製件紀錄(MIR)之位置及高程確認僅由專案施工組簽署，而品管分組均以 NA 註記而未檢驗或確認，不符合核四計畫專案工程品質保證計畫第十章 4.2 品管分組負責訂定並執行檢驗工作中之品質查證項目；圖號 06888-2P26LSU5039-Y10 之 MIR 位置及高程確認日期為 98 年 11 月 1 日，而現場安裝銲道檢驗傳票之銲口組裝對正至銲接等日期為 8 月 1 日至 8 月 11 日期間，均在 11 月 1 日之前，顯示檢驗作業程序不符正常作業程序；另圖號 06888-2B21LSA5053 之 B21 管路製造及安裝工作於本會 99 年</p>					

1月13日視察時僅執行FW-10對銲銲接作業中，但材料/製件紀錄(MIR)卻已完成包含該銲道相關管段等5項設備之完工確認。雖專案施工組人員表示係對廠製銲道之完工確認，卻顯示檢驗作業偏離檢驗目的，無法證實施做設備之品質是否符合相關工作說明書與圖面要求。本項有關MIR之品質管制執行結果除有偏離對現場施工檢驗作業之錯誤認知外，明顯無法滿足管架與管路之現場安裝銲道檢驗傳票以外之各項檢驗需要。

違規判定：

MCP002專案工程係台電公司專案報會核可後施工作業，應以更嚴格方式管制施工作業，以符合安全品質管理之需要，從以上所述有關情形，龍門電廠專案施工組捨棄原符合品保方案之各項品管檢驗作業，所簡化之檢驗作業其檢驗時點與檢驗項目，無法由紀錄中顯示必要之檢驗項目已確實完成，顯示簡化之檢驗作業無法確保各項作業的品質，除違反核四工程品質保證方案對應相關章節外，並違反核子反應器設施品質保證準則第六條第一項及第三項後段、第九條第一項後段與第十四條第一項及第三項等相關規定，爰依核子反應器設施管制法第七條及核子設施違規事項處理作業要點第十四點二、(四)1款等規定開立四級違規。

參考文件：

附件三

核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-99-001	日期	99年1月5日
廠別	龍門電廠	承辦人	宋清泉 2232- 2125
<p>注改事項：龍門計畫第 37 次定期視察建議改善事項-電廠初始測試作業之行政管理/文件管制/訓練要求查證部分。</p> <p>內 容：</p> <p>請針對本次視察發現及建議，進行檢討改善，請於文到之日起二個月內提出處理改善答覆及澄清說明。爾後於二、五、八及十一月份，依第 17 次龍門核管會議結論，併每季注改事項現況表，提出後續追蹤答覆，至全案結案為止。</p> <p>一、SAM-01 初始測試計畫</p> <p>(一) 經查證 SAM-01 第 1.1.2 節有關儀控設備施工後測試 (PCT) 項目，其內容與終期安全分析報告 (FSAR) 內之敘述不同，請將有關控制與連鎖功能部分之敘述改為與 FSAR 一致。</p> <p>(二) 經查證 SAM-01 內有關試運轉審查暨協調委員會，因主要廠商皆未有效參與，因此至今只開過兩次會議，成效不彰，應設法強化試運轉審查暨協調委員會組織與功能。</p> <p>(三) 查證 SAM-01 第 2.4.6 節有關施工後排程工程師，因其職責包含施工後測試時程之掌控，但聯合試運轉小組 (JTG) 至今仍未指派適當人選，應儘速改善。</p> <p>(四) SAM-01 第 2.6 節有關核安處駐龍門品保小組部分，經查證品保小組已建立之 PCT 視察計畫中，未將管路支撐、吊架及減震器檢查與調整及管路沖洗清潔度等內容納入，建議核安處改善。</p>			

核能核四廠注意改進事項(續頁)

- (五) 經查證品保小組雖曾針對安全系統試運轉測試程序書執行審查，惟，未針對程序書內容是否符合設計規範及測試內容完整性進行審查，請改善。

二、SAM-07 聯合試運轉小組

經查證聯合試運轉小組運作，各項工作(含沖洗、施工後測試、移交、試運轉及起動測試)已陸續執行其職責。但初始測試管理工程師(SAE)小組工作項目已遠超過 SAM-01/07 所規定內容，建議將 SAM-01/07 內容作適當之修正以釐清權責。

三、SAM-09 設計文件管制

- (一) 龍門電廠品質組文件管制中心已開始接收核技處送來之廠家圖面與規範，但經查證尚未有適當之分類與建檔，建議應及早建立。
- (二) 查證放置在電廠儀控組之 P21-RBCW 系統單線圖(wiring diagram) 控制版圖面，有 18 張圖面為缺圖狀態，但經與核技處聯絡及核對，發現該 18 張圖面係因電廠儀控組圖號寫錯，以致工管組無法找到對應圖面，但電廠儀控組人員未再進一步追究缺圖原因，以致未能發現圖號寫錯。電廠人員執行試運轉測試時若發現控制版圖面有問題或其他問題時，應積極主動告知核技處或反映至施工單位以查明原因，電廠應再加強人員此方面之訓練。

四、SAM-11 初始測試進度報告

- (一) SAM-11 內容規定本身內容之開始實施與否，係由聯合試運轉(JTG)主席視初始測試狀況來決定，但龍門電廠 SAM-11 至今遲未實施，因此電廠亦尚未落實初始測試進度報告，此外 SAM-11 內容要求進度報告採行日報表方式與現行龍門電廠已實施之網路管理並不相同，請電廠重新審視 SAM-11 內容是否合乎要求及其可行性，並應儘早開始實施 SAM-11，以確實掌控初始測試進度。

核能核四廠注意改進事項(續頁)

- (二) 經查證電廠 JTG 網頁內有關試運轉測試時序管登內容，有部分試運轉測試狀態並未適時更新，因此無法確實得知試運轉進度，請電廠要求試運轉主持人確實填寫試運轉測試時序管登內容。
- (三) 經查證電廠 SAE 組織已依 SAM 之規定而建立，並開始協助 JTG 主席管控初始測試狀態及稽催工作請修單 (SWR)、現場問題報告 (FPR) 及測試遭遇之困難等，依 SAM-11 精神各相關工作單位應主動報告各項工作，包含移交、測試進度與現況與施工處處理品質不符項目現況等，但 SAE 小組運作初期工作推行並不易實施，建議台電公司與龍門電廠管理階層應適當提供協助，以順利推展試運轉測試之進行。

參考文件：

核能電廠注意改進事項

編 號	AN-LM-99-002	日 期	99 年 01 月 11 日
廠 別	龍門核能電廠	承 辦 人	許 明 童 2232-2129

注改事項：龍門計畫第 37 次定期視察建議改善事項——一號機電纜(電力及儀控)安裝品質及現場作業。

內 容：

請針對本次視察發現及建議，進行檢討改善，請於文到之日起二個月內提出處理改善答覆及澄清說明。爾後於二、五、八及十一月份，依龍門核管會議決議，併每季注改事項現況表，提出後續追蹤答覆，至全案結案為止。

一、 龍門核電廠使用 CARMS (Cable and Raceway Management System) 管控電纜及管槽 (Raceway) 之設計與敷設，經查證 CARMS 系統電纜架負載容量，發現其超過 CARMS 內建之 overfill 值 (>40%) 之案例甚多，且有高達 70% 之案例。依現行做法為若超過預設值時，由設計工程師自行評估判斷，台電公司核技處並未建立判斷 overfill 之接受與評估標準，且亦未對目前設計階段電纜架超過設定值進行管控，以及已超過設定值之現場電纜架敷設情形進行評估及確認，為確保電纜架使用容量數據之正確性及可用性，宜速建立相關之管控機制；另，為確保後續電纜敷設之進行，對已超過設定值之電纜架，除請建立定期清查之機制外，並提改善方案報會。

二、 控制廠房及反應器廠房有部分安全級電氣盤(如 CVCF)或設備進線處，因電纜線數量相當龐大且盤內空間不足情況下，施工處在電氣盤上方直接加裝拉線箱方式，以解決盤內空間不足之問題。由於該安全級盤面均經過耐震驗證，若於上方再增設拉線箱，恐對原已通過耐震驗證設備造成衝擊，請澄清說明該批設備是否仍

符合原設計之要求。

- 三、 施工處因電纜線徑與設備接線端子無法匹配之問題，均以開立 CIR 或 UFCR 方式要求設計單位澄清或提供施作方法，迄今設計單位依據現況共提供有 3 種電纜接續方法。由於現場異線徑接續數量相當龐大，在龍門核電廠已經成為通案而非個案，建議設計單位對電纜接續施作方式發行圖例 (typical)，並加註施工中應注意事項與檢驗要點，供施工單位施作，以提升電纜接續之施作品質。
- 四、 對於電纜異線徑之接續，若採用接線銅排方式處理者，由於在盤面有限空間內加裝銅排，且銅排並未加裝絕緣護套而以帶電體裸露方式安裝，對安全距離不足者，可能影響帶電部位的電氣安全，為確保人員及設備安全，建議施工處清查確認電氣安全距離並改善。
- 五、 龍門施工處對於電纜敷設及終端接續均有相關之程序書與檢驗流程，以確保其施作之品質。惟查閱電纜中間接續部份 (含高、低壓)，並無相關程序書及檢驗機制，若僅以電氣測試 (如 DC Hi-Pot、絕緣測試等) 方式，作為確認電纜中間接續處之施作，其對電纜接續檢驗似乎略嫌不足，為確保電纜接續之品質，請建立相關程序書及檢驗機制；另，並請於電纜接續處施作相關之標示，並將接續相關資料反映於品質文件，以供電廠未來運轉維護之參考。
- 六、 反應器廠房及控制廠房 cable trays、conduits 及其他管線交錯在有限空間內，恐因設備與管線零亂佈置，而影響未來設備之可維護性，建請整體檢討及改善；另，對於二號機 cable trays、conduits 配置，建議應能事先規劃 conduits 之施作方式 (如管排施作方式)，以降低施作之困難度。
- 七、 對於儀、電包商如協真公司，因其同時製造 ASME 及 Non-ASME 支撐 (support) 組件，但至預製場巡視時，發現其工作場所並未明

顯區隔，恐對安全級 support 品保文件管控有不良影響之虞，請改善。

八、 本次至反應器廠房、控制廠房及反應器廠房海水冷卻泵室等，對電纜現場敷設情形，發現有下列缺失，請改善：

- (1) 反應器廠房安全級 A4 匯流排 4.16kV 設備室，MCC 盤上方陸續進行相關電纜敷設，惟拉線過程中，並未依程序書規定將纜線盤整，以致纜線零亂散置整個通道地面，而任由相關人員踩踏通過，請改善。
- (2) 對於部份電纜架設計或施作不佳，恐造成電纜線敷設之彎曲半徑不足（含儀控光纖電纜）或應力集中等問題，請改善。
- (3) 現場電纜架垂直部分，其電纜架內安裝之電纜，為避免重力造成電纜損壞，無論 PSAR 承諾美國電工法規（NEC）或國內屋內配線裝置規則，均有要求電纜於適當距離處加以固定，惟現場仍發現有電纜未依程序書（LMP-ELD-009 電纜敷設作業程序書）規定距離固定者，請改善。
- (4) 反應器廠房冷卻海水泵室 C 串 RBSW 馬達設備室上方導線管，發現有導線盒（Conduit Body）之蓋板未固定，請改善。

參考文件：

核能電廠注意改進事項

編 號	AN-LM-99-005	日 期	99 年 1 月 18 日
廠 別	龍門施工處	承 辦 人	曹松楠 2232- 2146
<p>注意改進事項：第 37 次定期視察 - 一號機運轉前檢測/測試計畫(PSI/PST)執行作業</p> <p>內容：</p> <p>一、查核龍門電廠營測課執行之 PST 作業，發現有安裝完成圖面與現場不符、現場施工未完成(如：銲接未完成、基座未灌漿)，以及已進行保溫包覆致無法進行相關作業等情形，顯示台電公司對於 PSI/PST 作業之提送與執行時機，並未建立管制措施，致有前述作業執行前未查證確認，以及執行時機不符 PSI/PST 執行前先備條件要求等之情狀。請針對有關缺失進行檢討並建立相應之管制措施。</p> <p>二、根據管路支吊架 PST 檢驗結果仍有相當高比率之缺失，諸如：間隙墊片未移除、銲道銲渣未清除、扣環未安裝(或未扣)、間隙不符及螺件未鎖緊等應於施工檢驗階段即應發現之缺失情形，顯示施工品質與檢驗作業仍有改善與加強落實之空間，請龍門施工處檢討並改善之。</p> <p>三、除前述缺失， PSI/PST 之修補/更換作業亦未建立管制機制，且 PSI 及 PST 作業 QC/QA 並未參與。請儘速完成修補/更換作業管制措施，以處理目前已有但卻未進行處置之 PSI 缺陷案件，另請研擬制定 PSI 及 PST 作業之 QC/QA 查證作業規定，並併入已提報之「第四核能發電廠一號機第一個十年營運期間檢測計畫書(含營運前檢測)」以補正品保缺漏(含修補/更換作業管制措施)。另應列出系統試運轉測試與起動測試各階段前須完成之 PSI/PST 作業項目與範圍，並於適當文件中規範查驗要求。</p> <p>四、一號機管路支架曾使用俊鼎公司之組件(材料)替代部分 LISEGA 公司之組件，但於 PST 相關資料中卻未發現任何俊鼎公司有關之品質文件，經訪談及查證相關檢驗文件後發現，以俊鼎公司組件替代 LISEGA 公司支架組件之資訊僅紀錄於中鼎公司之傳票，且至目前為止龍門施工處並未針對 LISEGA 公司支架品質文件進行必要之文件抽換及更正註記作業。請儘速辦理是項作業，或採取足以確保文件可追溯性與正確性之措施。</p> <p>參考文件：</p>			

核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-99-006	日期	99 年 01 月 18 日
廠別	龍門核電廠	承辦人	趙得勝 2232-2119
<p>注改事項：龍門核電廠安全系統軟體構型管理作業視察發現</p> <p>內 容：</p> <p>請針對本次視察發現及建議，進行檢討改善，請於文到之日起一個月內，以全案方式提出第一次處理改善答覆及澄清說明。爾後於二、五、八及十一月份，依第十七次龍門核管會議結論，以全案方式併每季注改事項現況表及統一提送處理改善答覆表審查要求，提出後續追蹤答覆，至全案結案為止。</p> <p>(一) 建廠階段</p> <p>(1) 在龍門電廠建廠階段，台電公司雖可透過 ReTrad 與 IMS 系統有效地掌控 DCIS 各廠家軟體發展過程之 SSA、IV&V、HFE、BRR 等審查文件及各式軟體發展計畫與安全分析報告等，然對於軟體較具體之數量與版次等資訊則應作更有效地管控，建議台電公司應檢討目前機制並收集此方面的資訊。</p> <p>(2) 依 BTP14 之定義 (P.42, Fig 7A1)，在安裝階段 System Build Documents 及 Installation Configuration Tables 兩份文件擔負重要任務，前者敘述如何由程式碼 (Source Codes) 製作目的碼 (Object Codes)，後者敘述如何將目的碼與現場環境設備 (sensors, memory, communication, actuators, etc.) 結合完成可執行機器碼 (executable core image)。負責安裝之單位必須能充分掌握這兩份文件，才能正確將各廠家的設備組合成一完整 (complete)、相容 (consistent) 的整合系統 (integrated system)。然由此次台電公司所提供之資料中並未發現此兩份文件，建議台電公司確認廠家是否已建立此兩份文件，並澄清此兩份文件包含哪些資訊。</p> <p>(3) 經查證安全軟體開發過程有使用軟體工具 (例如 DRS 軟體開發工具</p>			

核能電廠注意改進事項(續頁)

Orcad)，由於軟體工具的版次變更有可能會影響軟體開發，建議台電公司應補充說明軟體工具的軟體構型管理之管控情形。

- (4) 針對 SCM 查核表所列之 27 項問題 (如附件一)，分為與 SCM 工作程序相關 15 題及與 SCM 執行結果相關 12 題。前者較無問題，後者目前台電公司答覆僅列出 SCMP 規畫工作項目而非執行成果。請台電提供與執行結果相關之文件編號名稱，再根據文件內容作進一步評估。
- (5) GE 在 SCMP 3.7 節承諾執行 Configuration Audit，其中包含 Functional Configuration Audit (FCA, SCMP 3.7.2) 及 Physical Configuration Audit (PCA, SCMP 3.7.3)。由此兩項內部稽查活動可判斷 GE SCM 之工作效率、效能 (efficiency and effectiveness)，也是整個 SCM 活動中實質發揮防堵「不正確或有缺陷之材料、零件及(軟、硬體)組件」被納入安全系統之組態中的關鍵動作；因此報告內容對於研判 GE 是否確實依其自訂之計畫內容執行 SCM 工作極具參考價值，建議台電公司應設法取得這兩份內部稽查報告，並補充提供進行這些 audit 所完成工作項目之 completed checklist。
- (6) 目前安全軟體構型管理作業主要由核技處與電廠相關人員參與，建議台電公司應建立適當的安全軟體構型管理品保制度，將建廠階段之軟體與軟體設計修改文件列為必要的移交項目，並明確訂定軟體構型管理的管制點、管制權責及驗收機制等。廠家設備交運的驗收作業及施工處移交系統設備給電廠的移交作業都應該把軟體列為驗收及移交項目。
- (7) 針對安全軟體，目前台電公司係以 EPROM 為管制單元。此次視察至 FID programming station 實地瞭解 DRS FID 燒錄至 EPROM 製作 firmware 的控管過程。訪談過程得知 DRS Div 0 0H23-PL-2301S RMU 盤之其中一片卡片，其 EPROM 由於需 disable 二號機之訊號，乃直接由 DRS 駐廠 TA 進行臨時性修改，並於設備上吊掛臨時修改標籤。此 DRS FID 臨時性修改雖不違反程序上的規定，然由於整個過程涉及 EPROM (內含軟體) 的更換，為降低相關作業的風險，請台電公司慎重考量加強涉及 EPROM 燒錄的軟體管控機制。

核能電廠注意改進事項(續頁)

(二) 商業運轉階段

- (1) 目前龍門電廠委託核研所所建置的龍門核電廠 DCIS 數位儀控構型管理系統較偏重軟體的儲存、管理及復原，並無法窺知各軟體之發展流程。為因應未來軟體修改與更新的需求，建議此系統應考量加入 software configuration 之概念。又該構型管理系統設定於商轉後才上線使用，無助於目前一般軟體欠缺軟體構型管理管控機制之改善，台電公司宜對一般軟體補齊目前軟體構型管理管控機制之空窗期。
- (2) 目前龍門電廠在軟體構型管理的規劃是將多個構型管理相關程序分散在幾份程序書中，並沒有統一、整體之規劃。建議台電公司建立一上位型之構型管理計畫，整合未來軟體維護工作，並將構型管理及 Configuration Control Board (CCB)、Responsible Configuration Control Engineer (RCCE) (GE 發展階段有此組織與專人) 等專有名詞和既有軟體更換等流程作適當的關聯及說明。
- (3) 台電公司核一、二、三廠執行維護方案 (Maintenance Rule，簡稱 MR) 有專人擔任 MRC (MR Coordinator)。建議龍門電廠構型管理作業亦應有受過專業訓練之專責人員，以 configuration control coordinator 身分提供表格、流程協助、軟體 configuration item 現況管控、status accounting 及協助 QC/QA 人員進行 review 與 audit。
- (4) DCIS 數位儀控構型管理系統未來將接收各廠家移交之各類軟體，請台電公司評估此系統與各廠家系統之間的銜接性，並補充說明此系統未來如何管控這麼多不同廠家的軟體。
- (5) 目前台電公司委由核研所開發之 DCIS 數位儀控構型管理系統之軟體管控方式係採隨機接收之機制，很難確認此系統是否已完全涵蓋所有之軟體，請台電公司檢討目前之機制以確保此系統的完整性。

參考文件：

**附件一 SCM checklist based on BTP 14 - Acceptance Criteria for Software
Configuration Management Activities**

Questions	Findings	Comments	Yes/No/NA
1. Are the tasks in GE SCMP have been carried out in their entirety?.	1. All issued CIs could be checked in GE IMS. 2. GE SCM activities were audited by OIVVT and audit reports are listed in SVR-GENE-09, 30 and 38. TAR-GENE-007, TAR-MGMT-001and 002.	OK	Yes
2. Does documentation exist that shows that the configuration management tasks for that activity group have been successfully accomplished. ?	1. Baseline Review Record (BRR) listed in IRT ReTrad Database 2. The Issued CI's Could be checked in GE IMS	OK	Yes
3. Does the documentation show that configuration items have been appropriately identified ?.	1. SCMP Sec. 3.3 and Table 1, Configuration Item Identification	請列出文件編號名稱	No
4. Have configuration baselines been established for the activity group?.	1. SCMP Sec. 3.4, Configuration Control Process, including baseline Review (BR), BR Approval Process, BR Record and storage.	OK	Yes
5. Has an adequate change control process been used for changes to the product	1. SCMP Sec. 3.5.1, Change Control	OK	Yes

baseline?.	Process. 2. SCMP Sec. 3.3.7, Baseline Item for Change Control Process		
6. Have appropriate configuration audits been held for the configuration items created or modified for the activity group?.	1. SCMP Sec. 3.7, Configuration Review and Audit, including Functional and Physical Audit.	請說明 Audit Report 檔案編號名稱	No
7. Is each configuration item labeled unambiguously so that a basis can be established for the control and reference of the configuration items defined in the software CM plan. ?	1. SCMP Sec. 2.3.1.3 Software Configuration item identification. Computer-based software CIs (e.g., source code listing) shall be assigned a unique identification number and revision number in accordance to the format described in Software Conventions and Guidelines Document.	請列 CI 項目清單	No
8. Is configuration baselines established for each life cycle activity group, to define the	1. SCMP Sec. 3.2 Configuration Control Tools	請說明 baselines 檔案編號名稱	No

<p>basis for further development, allow control of configuration items, and permit traceability between configuration items?</p>	<p>and Methodologies, Sec. 3.3 Configuration Items Identification, Sec. 3.4, Configuration Control Process 詳細敘述安全系統各階段管理之文件、方法、工具及 Baseline 之執行。</p>		
<p>9. Is the baseline established before the set of activities can be considered complete?</p>	<p>1. SCMP Sec. 3.4.2, Baseline Item Approval Process. 2. SCMP Sec. 3.4.3, Baseline Review Record 3. GE 31113-0A51-4501 SCMP Rev.5 在計畫階段即定義構型管理之工作架構，提供後續設計、建置、測試、驗證等階段遵循。</p>	<p>OK</p>	<p>Yes</p>
<p>10. Once a baseline is established, is it protected from change?</p>	<p>1. SCMP Sec. 3.5.1 Change Control Process.</p>	<p>OK</p>	<p>Yes</p>
<p>11. Is change control activities followed whenever a derivative baseline is</p>	<p>1. SCMP Sec. 3.5, Configuration Change</p>	<p>OK</p>	<p>Yes</p>

developed from an established baseline?.	<p>Control.</p> <p>2. SCMP Sec 3.5.1.2 Change Approval. All changes made to the baselined CIs must be approved by the RTPE via the standard GENE Engineering Change Control process (e.g., authorizing signature on an ECN), or through authorizing notations made on revisions to DRF based documents.</p> <p>3. SCMP Sec. 3.5.1.1.6 Baseline Review Team</p>		
12. Is baseline traceable to the baseline from which it was established, and to the design outputs it identified or to the activity with which it is associated?	<p>1. SCMP Sec. 3.4.3, Baseline Review Record</p> <p>2. SCMP Sec. 3.5.1.1.6 Baseline Review Team</p>	請說明 Baseline Review Record 檔案編號名稱	No
13. Are configuration control actions used to control and document changes to configuration baselines?	<p>1. SCMP Sec. 3.5, Configuration Change Control.</p> <p>2. SCMP Sec. 3.5.1.1.6, Baseline Review Team</p> <p>3. SCMP Sec 3.6 Status Accounting 詳細敘述 改版之起因、核准、 發行新版等過程。</p>	OK	Yes
14. Does a configuration control board (CCB) exist with the authority to authorize all	1. There is no CCB organization, but the	OK	Yes

<p>changes to baselines?.</p>	<p>following sections have the same functions:</p> <p>A. SCMP Sec. 3.5.1.2 Change Approval</p> <p>B. SCMP Sec. 3.5, Configuration Change control. It is through the ECN process for CCB function.</p>		
<p>15. Are problem reports prepared to describe anomalous and inconsistent software and documentation?.</p>	<p>1. SCMP Sec. 3.5, Configuration Change Control. To describe the DCIS Software Problem Report, and Engineering Problem Report, etc.</p> <p>2. 附錄A.2 DCIS Software Problem DCIS Software Problem Report及A.3 Engineering Problem Report中有 PROBLEM/CHANGE DESCRIPTION一欄可填寫異常或不一致的情形。</p>	<p>OK</p>	<p>Yes</p>
<p>16. Do problem reports that require corrective action invoke the change control activity?</p>	<p>1. SCMP Sec. 3.5, Configuration Change</p>	<p>OK</p>	<p>Yes</p>

	<p>Control, The correction action is through ECN process.</p> <p>2. 附錄A.2 DCIS Software Problem Report及A.3 Engineering Problem Report中有 CORRECTIVE ACTIONS 一欄可填寫修正措施。</p>		
17. Does change control preserve the integrity of configuration items and baselines by	1. SCMP Sec. 3.5.1, Change Control	OK	Yes

<p>providing protection against their change?..</p>	<p>Process</p> <p>2. SCMP Sec 3.6 Status Accounting</p> <p>As a minimum, the following CI elements shall be tracked and reported:</p> <p>A. Its initial approved (dated) version,</p> <p>B. The proposed change request date,</p> <p>C. The status of requested changes,</p> <p>D. The change approved date,</p> <p>E. The implementation status of approved changes and completion date, and</p> <p>F. The traceability of the changes to the controlled documentation</p>		
<p>18. Does any change to a configuration item cause a change to its configuration identification? (This can be done via a version number or attached change date)</p>	<p>1. SCMP Sec. 3.6, Status Accounting.</p> <p>2. 以RTIF系統26A6055 DTM FUNC SW Design Spec Rev.7為例，文件首頁記錄發行版次、發行日期、修改依據文件及負責之工程師等資料。</p>	<p>OK</p>	<p>Yes</p>
<p>19. Are changes to baselines and to configuration items under change control</p>	<p>1. SCMP Sec. 3.3.7 Baseline item for</p>	<p>請說明相關檔案編號名稱</p>	<p>No</p>

<p>recorded, approved and tracked. ?.</p>	<p>change control process</p> <p>2. SCMP Sec. 3.5.1.1~3.5.1.3, Responsible Individuals, Change Approval, and Change notification.</p> <p>3. SCMP Sec. 3.6, Status Accounting.</p>		
<p>20. If the change is due to a problem report, does traceability exist between the problem report and the change?</p>	<p>1. SCMP Sec. 3.3.7 Baseline item for change control process</p> <p>2. SCMP Sec. 3.5, Configuration Change Control.</p> <p>3. SCMP Sec. 3.6.2.6 Status Accounting.</p> <p>4. SVVP Sec. 4.3.1, Traceability Matrix</p> <p>5. SVVP Sec. 5.1.1.7 V&V for change control phase</p> <p>6. SVVP Sec. 3.1, V&V requirements for non-conformance tracking and closure.</p>	<p>OK</p>	<p>Yes</p>
<p>21. Can software changes be traced to their point of origin, and are the software</p>	<p>1. SCMP Sec. 3.5 and App. A2,</p>	<p>OK</p>	<p>Yes</p>

<p>processes affected by the change repeated from the point of change to the point of discovery. ?.</p>	<p>Configuration change control.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. SMP Sec. 5.7, Change control 3. SVVP Sec. 5.1.1.7 V&V for change control phase 4. SVVP Sec. 3.1, V&V requirements for non-conformance tracking and closure. 5. SCMP Sec 3.5.1.1.2, Responsible Engineer 敘述負責之工程師需評估修改將造成之影響、確認受修改影響的階段、確認受影響的軟體及文件等。 		
<p>22. Are proposed changes reviewed by the CCB for their impact on system safety. ?.</p>	<p>There is no CCB organization, but the following sections have the same functions:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. SCMP Sec. 3.5.1.2, Change approval 2. SCMP Sec. 3.5, Configuration change control. It could handle through ECN process. 	<p>OK</p>	<p>Yes</p>
<p>23. Does status accounting take place for each set of life cycle activities prior to the completion of those activities?</p>	<p>1. SCMP Sec. 3.6, Status Accounting.</p>	<p>請說明 Status Accounting 檔案編號名稱</p>	<p>No</p>
<p>24. Does the status accounting document configuration item identifications,</p>	<p>1. SCMP Sec. 3.6, Status Accounting.</p>	<p>OK</p>	<p>Yes</p>

<p>baselines, problem report status, change history and release status ?</p>	<p>2. SCMP Sec. 3.6.2, CI change request status</p> <p>3. 以RTIF系統26A6055 DTM FUNC SW Design Spec Rev.7為例，文件首頁記錄發行版次、發行日期、修改依據文件及負責之工程師、報告撰寫人、核准人等資料。以DRS負責的 VDU為例，ER2729/03 SRS/SDD for Group 1 Display Primitives Rev. G記錄發行版次、發行日期、報告撰寫人、核准人、修改依據等資料。</p>		
<p>25. Does the configuration management organization audit life cycle activities to confirm that configuration management procedures were carried out in the life cycle process implementation. ?.</p>	<p>1. SCMP Sec. 2.2.7, Baseline review team</p> <p>2. SCMP Sec. 3.4.2, baseline item approval process</p> <p>3. SCMP Sec. 3.7.2&3, Functional & Physical configuration audit.</p>	<p>請說明 Audit Report 檔案編號名稱</p>	<p>No</p>
<p>26. Does the system build documents include all of the functional and software development process characteristics?</p>	<p>1. SCMP Sec. 3.7.3, Physical configuration audit.</p> <p>2. SMP Sec. 5.5.2, Integration and Installation Test Report</p> <p>3. Lungmen DCIS/NUMAC software test plan Sec. 6.2.1, Firmware release description, FRD).</p>	<p>請說明 system build documents 檔案編號名稱</p>	<p>No</p>
<p>27. Does the Installation configuration tables include all of the functional and software</p>	<p>1. ICT (Firmware) is implemented in</p>	<p>請說明 Installation configuration table 檔案編號</p>	<p>No</p>

<p>development process characteristics?</p>	<p>software integration phase. Therefore, ICT of the functional and software development process characteristics are described as following related section:</p> <ul style="list-style-type: none"> A. SVVP Sec. 5.1.1.5 V&V for integration phase B. SCMP Sec. 3.7.3, Physical configuration audit C. Lungmen DCIS/NUMAC software test plan Sec. 6.2.1, Firmware release description, FRD). 	<p>名稱</p>	
---	---	-----------	--

核能電廠注意改進事項

編 號	AN-LM-99-007	日 期	99 年 01 月 22 日
廠 別	龍門施工處	承 辦 人	張國榮 2232-2142
<p>注改事項：龍門計畫第 37 次定期視察—管路與設備安裝及檢驗作業(含一號機燃料格架安裝記錄文件)</p> <p>內 容：</p>			
<p>一、一號機用過燃料格架安裝檢驗文件紀錄查證</p> <p>查閱一號機用過燃料格架安裝檢驗文件紀錄，整體看來大致均符合要求，惟建議再加強下列檢驗作業文件品質：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.在各相關檢驗表中需扭力測定設備(扳手等)校正檢查，但未附相關證明文件。 2.在各相關設備安裝檢驗表中需用來安裝之圖面多為非管制版之參考位置圖面，請加強施工文件品質管控，以免誤用。 3.查閱龍門源 004-M-039-816 檢驗表文件中有螺栓安裝變更為插銷安裝 UFCCR-NSS-3912 之設計變更作業，但未附任何相關證明完成變更設計之資料。 4.一號機用過燃料儲存架安裝後須執行 Dummy test，依龍門施工處 LMP-QLD-003 檢驗作業程序書規定，品質組之見證點/停留檢驗點合計至少須執行 30%以上，經辦組之見證點/停留檢驗點合計至少須執行 50%以上。經辦組採全驗方式辦理，但無任何註記測試點情形；品質組執行抽驗時，會註記抽驗情形，但“全驗”時卻無任何註記。以上全驗卻未註記或說明，易使人誤解未執行抽驗，故建議全驗時亦加註“全驗”兩字，才不致混淆。 			
<p>二、一、二號機儀控管路安裝工程作業查證</p> <p>目前 Tubing 管路安裝工作在配合相關先備系統之 PCT 及日後試運轉作業先行安裝而未安裝正式支撐，並以臨時支撐狀態下執行 Tubing 管路水壓測試作業，雖水壓測試執行條件無明文規定支撐之安裝條件，但大多數支撐未安裝情形下，不但不符合正常施工作業程序，大量支撐補安裝對管路系統之整體性與安全品質，甚至最終資料報告之簽署作業均將受到影響。故請澄清支撐未安裝檢驗完成，卻已完成水壓測試之 Tubing 管路，如何確保正式支撐安裝時已安裝 Tubing 管路之完整性不受影響或該 Tubing 管路在支架安裝完成後將再重做水壓測試作業。</p>			
<p>參考文件：</p>			