

# 龍門核能電廠第三十八次定期視察報告

行政院原子能委員會核能管制處

中華民國 99 年 5 月 5 日

## 摘要

龍門核能電廠第 38 次定期視察之重點，分別為廠房設備安裝工程、儀控設備品質保證作業及初始測試作業視察，主要係針對管路與設備安裝及檢驗作業、數位儀控偵測器、感測器、傳送器之安裝與測試作業、龍門電廠已移交之安全系統成套文件管制作業、起動管理手冊 SAM-03 文件管制、SAM-13 系統移交作業等項目進行視察。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(11 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 99 年 3 月 22 日至 26 日於龍門核能電廠工地進行。

本次定期視察主要發現：1. 台電公司核技處針對龍門施工處提供之建造完成 (certified as-built) 圖面執行現場查對作業，雖有依據該圖面等做成相關查核表俾便現場核對，但於一開始接收 as-built 圖面時，因並未將 FDDR 及 DCN 等相關資料納入並修訂成單一圖面，而係由零散且大小不等之多張相關圖面同時並存競合，故相對增加 as-built 現場查對作業之複雜性。因此，針對龍門施工處提供之 certified as-built 圖面等，如何確保其完整性及正確性，是 as-built 查證作業之首要關鍵步驟，台電公司應有正式之管制機制。2. 查證緊急柴油發電機 (EDG) 之安裝作業，發現於 EDG-A 冷却水泵的入口管 1R21-2124-05 上，銲接有其他三支較小管路之支撐架，依 ASME B&PV Code Sec. 之 NCA-1250 規範，支撐架應位於組件及結構之間，故此種設計是否符合法規要求，應再予以澄清。3. 核一、二、三廠都有一完整的 Instrument Index，而龍門電廠目前各系統的 Instrument List 並未被適當地整合，除了 BOP 的部份正在進行彙整成冊之外，其它廠家 (GE/Hitachi/MHI/...) 則各有其獨立的作法。龍門電廠 Instrument List 應儘速整合各廠家的儀器，另也應更新 DCN 設計變更之後的

資訊，俾有一完整的資料，以利進行各類儀器的全量管控需求。

4. 有關儀控管路斜率的規範，奇異公司規範 GE IID (Instrument Installation Details) 中規定最小斜率為 $(1/4)"/ft$ ，而石威公司 SW IID 則為 $(1/2)"/ft$ 。然而，目前龍門電廠皆以  $(1/4)"/ft$  來進行檢驗，對於一般廠內系統 (BOP) 部份的儀控管路斜率是否仍符合規定，施工處應加以澄清。

5. 檢視各系統之 Instrument Data Sheet，並重新計算 data sheet 中所列之 calibration range 是否正確，顯示與實際設計之水位有落差，建議台電公司應重新針對 Instrument Data Sheet 中之 level transmitter 的 calibration range 的正確性進行確認，以避免造成 calibration range 與現場工程現況不匹配之問題。

6. 自辦系統儀器校正管制作業程序書 (LMP-ICD-013) 中僅規範壓力傳送器、氣動閥、溫度傳送器、開關類儀器、溫度元件、各式化學分析儀器等校正作業規範，然對於液位元件、液位開關、速度傳送器、ABV 等並未規範其校正作業程序與允收準則，應於程序書中新增上述洩漏儀器之校正作業規範。

7. SAM-13 對於未移交設備之移交時程，並未規定稽催機制及負責人，以致接收端的聯合試運轉小組或電廠只能處於被動等待。然 FSAR chapter 14 及 SAM-01 均規定施工後測試協調人(PCTC)負有「確保所有於未移交設備清單之項目能及時完成」之責任，但在 SAM-13 完全未見相關規定，故龍門計畫聯合試運轉小組應於 SAM-13 中規定明確之未移交設備移交時程監控與稽催機制，並指定相關負責人等。

針對本次視察過程中發現之各項缺失及建議事項，本會已分別開立注意改進事項 AN-LM-99-012~014 正式函送台電公司，要求改善。

# 目 錄

壹、前言.....	1
貳、工程現況.....	2
參、視察結果.....	3
肆、結論與建議.....	14
附件一 龍門計畫第 38 次定期視察計畫 .....	16
附件二 核能工程注意改進事項 .....	18
附件三 視察照片 .....	26

## 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。

本會此次定期視察在一號機設備安裝施工部分，依現場施工進度，針對上乾井之儀控管路與緊急柴油發電機管路之安裝現況，以及有關檢驗與銲接管制作業情形進行查證，另外亦包括台電公司核技處一號機 ASME Class 1, 2 & 3 管路現場完工(as-built)與最新圖面查證作業、緊急柴油發電機(EDG)及爐心隔離冷卻水(RCIC)管路作業、其他設備安裝作業、非破壞檢測(NDE)人員資格及設備之查證。

由於目前一號機電氣與儀控安裝作業，已逐漸取代原先設備與管路安裝作業，成為目前一號機之主要施工要徑，為督促相關施工作業品質，本次定期視察乃將「儀控設備之偵測器、感測器、傳送器之安裝與測試作業」列為本次定期視察之視察項目。

為配合一號機各系統試運轉測試之進行，台電公司已於 98 年 7 月中旬陸續開始進行先備系統之移交與試運轉測試作業，龍門電廠運轉部門依據起動管理手冊 (SAM) 13「系統移接管制作業」內容，已建立了系統移接管制系統並進行管控；目前龍門電廠已完成移交之系統總計有海水電解 (Y54) 等 20.1 個已完成移交之系統，試運轉測試正逐步進行中，本會為掌握龍門核電廠初始執行系統試運轉測試狀況及確認其能及早建立試運轉測試品保制度，確認電廠執行試運轉測試相關品質作業與起動管理手冊相符性，以確保電廠試運轉測試品質，

本次定期視察乃將「已移交之安全系統成套文件管制作業」及「起動管理手冊起動管理手冊 SAM-03、SAM-13 系統移交作業」列為本次定期視察之視察項目。

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)、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 99 年 3 月 22 日至 26 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 38 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业，依龍門施工處提報之資料顯示，於一號機施工作业部分，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、支援系統之試運轉測試、緊急爐心冷卻水系統(ECCS)注水測試、分散式控制及資訊系統(DCIS)測試、電氣儀控設備安裝與測試將是近期重要且關鍵之要徑工程。

一號機緊急柴油發電機(EDG)管路安裝，目前完成約 80%。空調系統安裝完成約 98%，已執行施工後測試約 62%。其他相關系統小管路(Small bore Piping Support)安裝及相關 O&M 管路修改作業亦趕工中、一次圍阻體(RCCV)內導線管及電纜托網施作持續進行中。

在一號機控制廠房儀控設備安裝作業方面，目前正持續進行之施工作业如儀控盤體接線、1R12-MCC 加壓、電氣導線管施作、電纜敷設及空調系統安裝已完成約 96%，已執行施工後測試約 60%。

在一號機汽機安裝與主飼水泵驅動汽輪機安裝作業方面，1N61

主冷凝器已完成滿水洩漏試驗，等待相關介面系統之管路與閥安裝完成後進行真空測試。N32 汽輪機電子液壓控制油系統及 N34 潤滑油系統管路油洗中。汽輪發電機管路及設備保溫管油洗中。T42 空調系統安裝已完成安裝約 99%，已執行施工後測試約 63%。其餘各系統光纖接線作業中。

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，反應器爐心側鈹、爐心底鈹、爐心儀殼、爐內泵導架、爐心底鈹差壓管、爐內泵差壓管、頂部導架及主蒸汽管延伸管嘴均已完成安裝，目前仍持續進行反應爐控制棒驅動殼(CRDH)銲接安裝、高壓爐心灌水聯結管路及噴嘴安裝等作業；至於其他反應器廠房施工作業部分，各相關系統管路及支架安裝、風管安裝、儀控盤架及儀控盤體安裝、電纜線及導線管等安裝作業則持續進行中。

在一號機初始測試方面，因大部分機械及管路水壓之施工後測試已完成，故龍門施工處已完成移交緊急爐心注水系統、海水電解設備、輔助鍋爐設備、輔助鍋爐通風、冷凝水傳送系統及部分汽機廠房冷卻海水等總計 20.1 個系統給龍門核電廠。且上述已完成移交之系統，因先備條件大致已完成，故相關重要系統之試運轉測試亦在逐步進行中，且電廠正規劃由下一季開始展開高、低壓緊急爐心注水系統之試運轉測試。

## 參、視察結果

### 一、管路與設備安裝及檢驗作業

本次視察之視察範圍包括台電公司核技處一號機 ASME Class 1, 2 & 3 管路現場完工(as-built)與最新圖面查證作業、緊急柴油發電機(EDG)及爐心隔離冷卻系統(RCIC)管路作業、其他設備安裝作業、非破壞檢測(NDE)人員資格及設備，相關視察發現如下：

(一)台電公司核技處一號機 ASME Class 1, 2 & 3 之 as-built 與最新圖面查證作業

1. 台電公司核技處該項作業係針對龍門施工處提供之 certified as-built 圖面執行現場查對作業，核技處雖有依據該圖面等做成相關 checklist 俾便現場核對，但於一開始核技處接收 as-built 圖面時，因並未將 FDDR 及 DCN 等相關資料納入並 revised 成單一圖面，而係由零散且大小不等之多張相關圖面同時並存競合，故相對增加 as-built 現場查對作業之複雜性。因此，針對龍門施工處提供之 certified as-built 圖面等，如何確保其完整性及正確性，是 as-built 查證作業之首要關鍵步驟；建議其應有正式之管控機制，以確保施工處提供之 certified as-built 圖面等之完整性及正確性。
2. 因該 as-built 查證作業僅針對 ASME Class 1, 2 & 3 等管路現況查證，而並未將儀控及電氣管線、設備等做有效之查證，故建議龍門核電廠於系統移交時或試運轉前，亦宜就運轉上可能之缺漏予以補強並再進行 as-built 現場巡查。
3. 發現承包台電公司核技處該項 as-built 之益鼎公司作業中，有將管路支架過短而不符接受度 (tolerance) 但可能不致影響實際功能者，逕予不填現場巡視發現(WFN, walkdown findings notice)之情形。建議現場 as-built 查證時，只要超過 tolerance 者，即應照實填寫紀錄；至於是否有影響實際功能等，則應由權責單位進行後續評估並處理或結案。
4. 建議於本次 as-built 查證作業後，若相關管路或設備有增減保溫材等以致可能影響支撐等情形之虞者，其應有適當管控措施或程序，以管制其相關管路或設備於事後是否須再作有關支架等之 as-built check。

(二)EDG 管路作業抽查



1. 現場查證一號機 EDG 及 SDG 銲接及檢驗作業狀況，經抽查聖騏公司電銲工(LMW-1063 及 LMW-1387)，已使用龍門施工處授証之銲工編號；並查證圖號 0R21-2044-44、銲道編號 W10 及其 PT 檢測過程等，均符合規定。
2. 進行 EDG 現場查證作業時，發現於 EDG-A 冷却水泵的入口管 1R21-2124-05 上，銲接有其他三支較小管路之支撐架。經查 ASME B&PV Code Sec. 之 NF-1132 並無此種以大管直接支撐小管之支撐架方式，並向龍門施工處提出疑問後，ALSTOM 公司告知施工處此等設計已經 ANSYS 程式分析，符合 ASME B&PV Code Sec. 之 NF 規定。但依 ASME B&PV Code Sec. 之 NCA-1250 規範，支撐架應位於組件及結構之間，故此種設計是否符合法規要求，台電公司應再予以澄清。另 EDG-C 也有類似情形，亦應一併澄清。
3. 現場查證 EDG 之安裝檢驗表，所有安裝 EDG 時使用之量測儀器（氣泡水平尺、水準儀、液壓扳手、測微儀、千分錶）之校正均尚在有效期限內；惟檢驗表部分，發現部分表格出現會驗人員未簽名之狀況，台電公司應加以改善。

### (三)RCIC 管路作業抽查

1. 現場抽查範圍內之液壓式減震器均有包覆，值得肯定。
2. 於現場抽查範圍內之管路系統，均未發現有臨時性支撐，值得肯定。
3. RCIC 1E51-SNB-336 液壓式減震器之冷機設定值（cold setting），依施工處攜至現場之文件應為 60mm，但現場之 cold setting 卻置於 70mm，台電公司應加以澄清。
4. 現場有發現少數吊架（spring hanger）之 cold setting 實際位置與其標記不一致之情形，台電公司應加以澄清。

5. 一號機反應器廠房 (RB) Room 313 內 RCIC 1E51-M4015 管段管路保溫材遭踩扁，台電公司應加以改善。
6. 查證 1E51-M8182 ISO 圖之 Class 2 support 1E51-GUD-804016 安裝現況，其與 1E51-GUD-804004 管架共構，現場 1E51-GUD-804004 與結構相連接之銲道已被切除，但由其相關之 1E51-GUD-804016 檢驗表卻顯示已完成銲接檢驗；另查共構管架 1E51-GUD-804004 檢驗文件，亦標示其已完工，均顯示現況與文件不一致。而該管架係何時、由何人予以切除，已無從得知，且亦無任何銲道修理紀錄，台電公司應加以澄清並改善之。
7. 查證 1E51-M8184 Class 1 管路系統安裝作業，發現其檢驗表記錄之管線為 Class 1 而管架現場之標示為 NPT Class 2；惟龍門施工處經辦組表示其管線及支架均為 Class 2。台電公司應加以澄清二者間之不一致。

#### (四)其他設備安裝作業抽查

1. MCP-002 專案作業中，有關材料/製程紀錄(MIR)及管路安裝檢驗傳票(Traveler)中均有相關之「位置及高程確認」欄，惟於一些紀錄中發現龍門核電廠有將該二項混用或記錄不確實之虞情形。如於圖號 06888-2P26LSU5039-Y10 之 MIR 中，其「位置及高程確認」欄與其「完工確認」欄之執行日期相同（皆為 2009.11.1）；而 06888-7B21LSA5035 之 MIR，其「位置及高程確認」欄之執行日期則在該 MIR「完工確認」欄之前。由以上兩者之記錄情形看來明顯互相矛盾，顯示龍門核電廠對 MIR 之「位置及高程確認」欄內容及填寫日期認知或執行有問題；MIR 應係以 Material Item 為主體，而 Traveler 則似以安裝之管路組件為主體，故二者之「位置及高程確認」欄應有不同、不宜混用，且為避免混淆起見建議應於相關程序書中定義清楚並明顯

區別二者之填寫日期。

2. 一號機 RB 內 1R51-EPEN-0001N3 之接線箱旁，發現電纜托架（cable tray）有 overfill 之虞情形，台電公司應加以澄清並改善之。
3. 於一號機 RB 現場巡視中，發現有許多纜線接線箱/盒未封蓋，台電公司應加以改善。
4. 於一號機 RB 現場巡視中，發現有一些電纜散置現場路面而任人踩踏經過之情形，台電公司應加以改善。

#### (五)NDE 人員資格及設備抽查

1. 查證龍門施工處 NDE 人員與施工處對承商 NDE 人員管制情形，確認由品質組 NDE 課建檔之施工處與承商 NDE 人員資格資料皆為最新之資訊，且 NDE 課表示每半年皆會發函要求各工程承攬廠商定期提送相關合格檢測人員及變動人員名單以進行管理及現場查驗。由 NDE 課之台電檢驗人員、華榮檢測公司、詹記公司及中鼎公司等廠商之檢測人員資格名冊中，相關檢測人員皆具有 RT、UT、MT 或 PT Level II 資格且都在有效期間內（初、中級檢測人員為三年而高級為五年），符合相關程序書與法規要求。惟其中之華榮檢測公司同時承包施工處非破壞檢測第四期工程與詹記公司儀控系統設備安裝工程非破壞檢測項目（ASME 等級），但從檢測人員資格名冊中無法有效區別其差異；經查詹記公司對其下包商華榮檢測公司之檢測人員另有授予資格編號，因此建議 NDE 課應將此詹記公司之資格編號納入資格名冊中管制，以有效區別分屬不同品保系統之檢測人員。
2. 抽查華榮檢測公司 PT 檢測之靈敏度報告 HRLM-PT-DEMO-30，其為利用 AB 規塊(鋁試塊)執行常溫範圍(16~52 )之檢測靈敏度測試，檢測程序依程序書之規定執行，過程中 NDE 課亦派員

會同見證，檢測結果之 AB 規塊缺陷顯示比較圖符合要求。而在 PT 檢測材料使用方面，檢測人員用同一廠牌系列之液滲材料，利用 AB 規塊(鋁試塊)進行每月一次之常溫範圍檢測靈敏度測試，最近一次之靈敏度測試日期為 99 年 3 月 1 日，其測試頻率高於法規要求。

## 二、偵測器、感測器、傳送器之安裝與測試作業

為了能夠更深入地瞭解龍門電廠各式偵測器、感測器、傳送器之安裝與測試作業之執行現況，本次視察在視察前即擬定相關議題請台電公司事先準備，台電公司亦在視察期間多次邀集龍門電廠負責偵測器、感測器、傳送器之安裝與測試作業相關人員，分別針對儀器工程設計、儀器安裝問題及儀器校正實務等進行說明與討論。

以下針對龍門核電廠偵測器、感測器、傳送器之安裝與測試作業之現況進行整體性地查證，範圍涵蓋儀器工程實務、現場查證發現及文件審查之結果進行說明：

### (一)儀器工程實務

1. 有關 Instrument Data Sheet 是否應視現場施工與量測結果進行修改之議題，核技處 SEO 認為可在儀控迴路後級的 DCIS 設備中調整儀控參數的 offset 設定即可，不需修改 Instrument Data Sheet；施工處及電廠則認為應將現場實際低、高程設計所導致的 offset 誤差值反映至 Instrument Data Sheet。針對此不一致之意見，請台電龍門計畫相關單位儘速協調並依工程實務制定一合理且可行之作法。
2. 核一、二、三廠都有一全廠完整的 Instrument Index，而龍門電廠目前各系統的 Instrument List 並未被適當地整合，除了 BOP 的部份正在進行彙整成冊之外，其它廠家 (GE/Hitachi/MHI/...) 則各有其獨立的作法。龍門電廠 Instrument List 應儘速整合各廠家的儀器，另也應更新 DCN 設計變更之後的資訊，俾有一

完整的資料，以利進行各類儀器的全量管控需求。

3. 有關儀控管路斜率的規範，GE IID (Instrument Installation Details)中規定最小斜率為 $(1/4)"/ft$ ，而 SW IID 則為 $(1/2)"/ft$ 。然而，目前龍門電廠皆以 $1/50 ((1/4)"/ft)$  來進行檢驗，對於BOP部份的 sensing line 斜率是否仍符合規定，請施工處再行澄清。另外，請品保小組針對儀控管路上 vent valve 之安裝、運作及工程人員的教育訓練是否落實進行確認。
4. 為解決流程管路取訊點之 tapping point 向上設計問題（一號機 120 點、二號機 200 點），目前有些案例係採用拆除焊道、改變 tapping point 方向、再重新焊接之作法來解決。請確認此作法是否符合規定並評估是否須重新進行焊道檢驗與水壓測試，另請針對 tapping point 之問題提供一整合性報告送本會備查。
5. 視察過程曾檢視各系統之 Instrument Data Sheet，並請核技處針對 G31 系統之 level transmitter (1G31-LT-1009、1G31-LT-1013) 重新計算 data sheet 中所列之 calibration range 是否正確。計算結果顯示 level transmitter 之 calibration range 與實際設計之 tank 水位有落差（以 1G31-LT-1013 為例，高達 10% 之誤差），建議核技處應重新針對 Instrument Data Sheet 中之 level transmitter 的 calibration range 的正確性進行確認，以避免造成 calibration range 與現場工程現況不匹配之問題。
6. 目前品保小組已針對各式偵測器、感測器、傳送器之安裝與校正作業執行過數次稽查與巡查，稽查發現甚具實質意義，然稽查項目主要著重於儲存作業，校正作業所佔之比例仍低，建議未來品保稽查應隨工程進展加強校正部份的查核。

## (二)現場視察

本次視察實際至 RB 廠房現場查證部分儀控管路敷設與傳送器安裝情形，並至現場與校驗室瞭解傳送器之校正過程。以

下為現場視察發現之缺失：

1. Sensing line 管路：管路有彎曲與傾斜之現象、液體管路之 tapping point 朝上、sensing line 未加裝 support 等（附件三視察照片一至四）。
2. 傳送器：部分校正標籤之有效期未更新，有效日期仍標示為至第一次大修為止、傳送器之旋轉扳手遺失、灰塵沾染、安裝位置不當致使安裝後之傳送器不易讀取顯示幕數值等（附件三視察照片五至八）。

台電公司應針對上述缺失進行改善，並針對安裝至現場之儀錶與儀控管路再加強保護措施。

### (三)文件審查

1. 各式偵測器、感測器、傳送器施工後測試程序書(PCT-ICD-035)與氣動控制閥/氣動風門施工後測試程序書(PCT-ICD-033)兩份程序書中僅進行校正紀錄文件審查，並未規範施工後測試(即安裝後才進行校正，與現行作業採校正後安裝，安裝後不再校正之作法，名實不符，易生誤導)。請補充說明施工後測試以校正來取代是否合理，並評估儀器經由實驗室調校與現場安裝之後是否會有偏差的可能性。
2. 目前施工處內部已建立所有系統之儀器校正清單，此清單載明儀器之校驗日期與校驗有效日期。由於儀器種類與數量繁多，為避免儀器超出校驗有效日期(二年)，建議在各系統移交之後，龍門電廠也應針對各類系統之儀器建立儀器校驗清單，並建立儀器校驗管控機制。
3. 自辦系統儀器校正管制作業程序書(LMP-ICD-013)中規範傳送器類之校正允收準則為 1%，然由校正紀錄表中卻發現允收準則不一致，有 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1\%$ 、 $\pm 2\%$ 及 $\pm 0.01\text{mA}$ 等，請澄清為何

同一類型之傳送器但卻採用不同之允收準則。

4. 自辦系統儀器校正管制作業程序書(LMP-ICD-013)中僅規範壓力傳送器、氣動閥、溫度傳送器、開關類儀器、溫度元件、各式化學分析儀器等校正作業規範，然對於液位元件、液位開關、速度傳送器、ABV 等並未規範其校正作業程序與允收準則，請於程序書中新增上述洩漏儀器之校正作業規範。

### 三、龍門電廠系統移交文件查證作業

本次團隊視察龍門電廠系統移交作業，選定 E11 (RHR)、E51 (RCIC) 及 E22 (HPCF) 系統執行視察，視察範圍包含管路、電氣及機械等三類移交文件，視察方式則以視察成套文件內容為主，龍門電廠系統移交文件整理方式歷經數次視察已有長足進步，現場履勘及系統移交會議均已依本會建議召開與執行，惟視察時仍有以下發現待澄清改進：

#### (一)系統移交會議紀錄與現場會勘

1. 經查證 E51 (RCIC) 系統移交會議紀錄內，有未完成待繼續追蹤事項，前述未完成事項雖已開立 NCR 或 FPR 追蹤，但均未列入 Exception List 追蹤後續辦理情形，請澄清改善。
2. 建議核安處針對電廠 S/R1 等重要安全系統，參與系統移交前之 Walk-down 會議，並訂定相關查核程序。
3. 系統移交後，已改善完成之 SWR、NCR、FPR 及 EXCEPTION LIST 等項目文件，請儘速歸入移交成套文件內，以備後續查驗。

#### (二)管路設備移交

1. 視察 E22 (HPCF) 系統管路水壓測試文件，經查證其品質文件內各級品保人員包含中鼎 ANI 人員均依規定執行檢查及簽署，實際核對水壓測試值與設計規範值亦相符，測試時所使用之壓

力計均依規定執行校正，未發現明顯缺失。

2. 視察 E51 (RCIC) 系統管路水壓測試文件，於 TP-002 成套文件內發現輔助蒸汽管路水壓測試壓力，只有  $21\text{kg}/\text{cm}^2$  不符規範要求之  $4230\text{kPa}$ ，本案相關管路雖為 B31.1 非安全等級，但核技處仍開立 CIR 請 GE 公司澄清，GE 公司回復因輔助蒸汽管路涉及系統間失水事故 (ISLOCA)，因此要求台電公司此段管路仍應依  $4230\text{kPa}$  執行水壓測試，但核技處未與 GE 公司進一步討論，逕行認定此段管路不易發生失效，而同意施工處配管組依  $21\text{ kg}/\text{cm}^2$  執行水壓測試，核技處設計部門逕行評估降低安全系統管路水壓測試壓力值，恐有降低核能安全之疑慮，台電公司應確實加以檢討改善。
3. E11 系統成套文件管路類 (2/2)「安裝移交目錄與 PCT 記錄」內有甚多項次尚未完成，且無後續改善處理情形，台電公司應加以改善。
4. E11 系統成套文件管路類有關未移交設備清單編列方式，應將無同質性之未移交項目個別表列，不得以單一附件方式填報，台電公司應加以改善。
5. 施工處已將管路、儀控管等吊架 (支架) 部分之檢查，移出 PCT 測試，此作為與 FSAR/SAM01 之規定不符，請修正。經查證龍門電廠於系統移交時，將未完工或未檢測吊架部分納入 EXCEPTION LIST 之第二類優先，請澄清這些未完工或未經檢測之吊架 (支架) 是否會影響試運轉測試之進行。

### (三)機械設備移交

經查證 E51 (RCIC) 及 E22 (HPCF) 系統機械類設備移交成套文件，其測試數據均符合檢驗表內所列之測試標準，未發現明顯缺失。

### (四)電氣設備移交



1. 經查證 E51 (RCIC) DC 馬達之電樞線圈電阻並未有接受標準，該項查證雖並非 PCT 測試項目，而是施工處為因應設備長久儲置而增加之測試項目，惟附於移交文件內之相關檢測項目，仍應有接受標準以做為判定依據。
2. 經查證 E51 (RCIC) 系統之馬達檢驗項目，其中電氣箱電壓量測及繼電器電流保護設定之現場查證結果均註記符合，未見實際量測結果不符品保規定，台電公司應加以改進。

#### 四、起動管理手冊 SAM-03、SAM-13 系統移交作業

目前龍門電廠工程進度，逐漸由施工後測試階段進入系統試運轉測試階段，期間移交作業與文件審查的品質攸關試運轉測試是否能順利有效地執行。本會為掌握龍門電廠移交作業管控與移交系統現況，並查證起動管理手冊文件管制，乃規劃執行 SAM-03 及 SAM-13 查證視察，以確保電廠測試作業品質，相關視察發現摘述如下：

##### (一)SAM-13：

1. 自電廠網頁查詢得知，E11 (RHR) 系統多項儀控系統未移交設備之預定完成日期訂為 99 年 12 月 31 日，然而 1 號機預定裝填燃料日期為 99 年 12 月 15 日，顯示未移交設備之預定完成日期之訂定不切實際，台電公司應加以檢討改善。
2. 視察電廠主辦之移交作業相關訓練，發現均以試運轉測試負責人 (TD) 為對象，然而施工後測試協調人 (PCTC) 負責制訂並推動移交時程、協調召開會議與履勘，為移交作業之重要關鍵人員，建議訓練應納入 PCTC。
3. 目前已移交系統之未移交設備清單大部分項目已逾期未完成，例如 E51 系統 (RCIC) 預定完成日期最晚都訂在 98 年 12 月 31 日，已經全部逾期甚久，請考量是否全面檢討。SAM-13 對於未移交設備之移交時程未規定稽催機制及負責人，接收端的聯合

試運轉小組或電廠只能處於被動，不似移交前有 PCTC 負責推動時程。嚴重逾期的第二類未移交設備也會延誤試運轉測試之進行，即轉變為第一類。建議龍門電廠於 SAM-13 中規定明確之未移交設備移交時程監控與稽催機制。

4.SAM-13 附錄 A 為「系統移交現場各類勘驗項目」，建議龍門電廠加列勘驗所依據文件與比對標準，以提供勘驗人員遵循。

## (二)SAM-03：

SAM-03 對於 SAM 文件之管控機制規劃與執行均良好，抽查變更通知單，應有之審查程序均完備，相關紀錄保存完整。

## 肆、結論與建議

龍門核能電廠一號機目前的施工進度，各項設備陸續完成 PCT 測試階段，展開部分系統之移交作業與邁入試運轉測試階段，因此，本次視察特就龍門電廠初始測試、系統移交之成套文件進行查證。綜觀本次視察發現缺失，由於施工的延誤，造成許多系統移交作業無法確實完成，未移交設備清單中的項目過多，且甚多預期未完成項目，進而導致系統移交後之試運轉測試亦做做停停，使試運轉測試之完整性與測試時程不斷延宕，在在顯示出施工處與龍門核能電廠對於系統移交與試運轉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，並與施工處及龍門電廠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。針對本次視察所發現缺失，本會亦已以注意改進事項

AN-LM-99-012~014 (附件二)，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，如對文內敘述有任何疑問，請洽本會趙衛武科長，Tel：02-2232-2121

## 龍門計畫第三十八次定期視察計畫

### 一、視察人員

(一)領隊：徐副處長明德

(二)視察人員

本會人員：莊長富、趙衛武、牛效中、葉元川、李建智、陳建智、廖建勛、洪子傑、王迪生、張經妙、宋清泉、趙得勝

核研所專家：吳毓秀、張瑞金

### 二、視察時程

(一)時間：99年3月22日至26日

(二)視察前會議：99年3月22日（星期一）上午10時

(三)視察後會議：99年3月26日（星期五）下午13時30分

### 三、視察項目

(一)管路與設備安裝及檢驗作業

(二)偵測器、感測器、傳送器之安裝與測試作業

(三)已移交之安全系統成套文件管制作業

(四)起動管理手冊 SAM-03 文件管制、SAM-13 系統移交作業

### 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. 已移交之安全系統之偵測器、感測器、傳送器之安裝與測試作業現況。
3. 已移交之安全系統所開立之不符品質案件 (NCD)、未移交設備清單 (Exception List)、工作需求單 (SWR) 及現場問題報告 (FPR) 之處理現況。
4. 龍門電廠已移交系統之現場完工 (as-built) 與最新圖面符合度查證實施作業現況。

(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)有關龍門電廠偵測器、感測器、傳送器之安裝與測試作業，請負責單位因應視察團隊需求，除視察前會議概況簡報外，視察期間並請簡報各類偵測器、感測器、傳送器、取訊 (Tapping)、定比計算 (Scaling) 與校正現況及安排已移交系統之傳送器現場查證事宜。

(四)本案承辦人：王迪生 (TEL：2232-2123)

## 核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-99-012	日期	99年4月8日
廠別	龍門電廠	承辦人	王迪生 2232-2123
<p>注改事項：龍門計畫第 38 次定期視察建議改善事項-已移交之安全系統成套文件管制作業/起動管理手冊 SAM-03 文件管制、SAM-13 系統移交作業。</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、已移交之安全系統成套文件管制作業</p> <p>(一) 經查證 E22 (HPCF) 系統移交會議紀錄內，有未完成待繼續追蹤事項，前述未完成事項雖已開立 NCR 或 FPR 追蹤，但均未列入未移交設備清單(Exception List)追蹤後續辦理情形，請澄清改善。</p> <p>(二) 建議核安處針對電廠 S/R1 等重要安全系統，參與系統移交前之 Walkdown 會議，並訂定相關查核程序。</p> <p>(三) 系統移交後，已改善完成之 SWR、NCR、FPR 及 Exception List 等項目文件，請儘速歸入移交成套文件內，以備後續查驗。</p> <p>(四) E11(RHR)系統成套文件管路類 (2/2)「安裝移交目錄與 PCT 記錄」內有甚多項次尚未完成，且無後續改善處理情形，請改善。</p> <p>(五) E11(RHR)系統成套文件管路類有關未移交設備清單編列方式，應將無同質性之未移交項目個別表列，不得以單一附件方式填報，請改善。</p> <p>(六) 施工處已將管路、儀控管等吊架(支架)部分之檢查，移出 PCT 測試，此作為與 FSAR chapter 14 及 SAM-01 之規定不符，請改正。</p> <p>(七) 經查證龍門電廠於系統移交時，將未完工或未檢測吊架部分納入 Exception List 之第二類優先，請澄清這些未完工或未經檢測之吊架(支架)是否會影響試運轉測試之進行。</p> <p>(八) 經查證 E51 (RCIC) DC 馬達之電樞線圈電阻並沒有接受標準，該項查證雖並非 PCT 測試項目，而是施工處為因應設備長久儲置而增加之測試項目，惟附於移交文件內之相關檢測項目，仍應有接受標準以做為判定依據。</p>			

## 核能核四廠注意改進事項(續頁)

(九) 經查證 E51 (RCIC) 系統之馬達檢驗項目，其中電氣箱電壓量測及繼電器電流保護設定之現場查證結果均註記符合，未見實際量測結果，請改進。

### 二、起動管理手冊 SAM-03 文件管制、SAM-13 系統移交作業

- (一) 查詢電廠網頁得知，E11 (RHR) 系統多項儀控系統未移交設備之預定完成日期訂為 99 年 12 月 31 日，與龍門電廠 1 號機預定執行初次燃料裝填日期為 99 年 12 月 15 日不符，請確認完成日期之正確性。
- (二) SAM-13 附錄 A 為「系統移交現場各類勘驗項目」，建議加列勘驗所依據文件、圖面與比對標準，以提供勘驗人員遵循。
- (三) 查證由電廠主辦之移交作業相關訓練，發現均以試運轉測試負責人為對象，建議應納入負責推動移交作業時程之施工後測試協調人 (PCTC)。
- (四) 目前已移交系統之未移交設備清單大部分項目已逾期未完成，例如 E51 系統 (RCIC) 之未移交設備預定完成日期最晚都訂在 98 年 12 月 31 日，到 99 年第 1 季底本會視察時已經全部逾期，請台電公司考量是否全面加以檢討，據實重訂。
- (五) SAM-13 對於未移交設備之移交時程，並未規定稽催機制及負責人，以致接收端的聯合試運轉小組或電廠只能處於被動等待。然 FSAR chapter 14 在 PCTC 的職責提到「He assures that all open turnover exception items are completed on time」，而 SAM-01 亦規定 PCTC 負有「確保所有於未移交設備清單之項目能及時完成」之責任，但在 SAM-13 完全未見相關規定。嚴重逾期的第二類未移交設備也會延誤試運轉測試之進行 (即轉變為第一類)，影響測試時程。故聯合試運轉小組應於 SAM-13 中規定明確之未移交設備移交時程監控與稽催機制，並指定相關負責人。

參考文件：

## 核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-99-013	日期	99 年 04 月 08 日
廠別	龍門核電廠	承辦人	趙得勝 2232-2119

注改事項：偵測器、感測器、傳送器之安裝與測試作業視察發現

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。

(一)儀器工程實務

- (1) Instrument Data Sheet 是否應視現場施工與量測結果進行修改，核技處 SEO 認為可在儀控迴路後級的 DCIS 設備中調整儀控參數的 offset 設定即可，不需修改 Instrument Data Sheet；施工處及電廠則認為應將現場實際低、高程設計所導致的 offset 誤差值反映至 Instrument Data Sheet。針對此不一致之意見，請各單位儘速協調並依工程實務制定一合理且可行之作法。
- (2) 核一、二、三廠都有一完整的 Instrument Index，而龍門電廠目前各系統的 Instrument List 並未被適當地整合，除了 BOP 的部份正在進行彙整成冊之外，其它廠家 (GE/Hitachi/MHI/...) 則各有其獨立的作法。龍門電廠 Instrument List 應儘速整合各廠家的儀器，另也應更新 DCN 設計變更之後的資訊，俾有一完整的資料，以利進行各類儀器的全量管控需求。
- (3) 有關 sensing line 斜率的規範，GE IID (Instrument Installation Details) 中規定最小斜率為(1/4)"/ft，而 SW IID 則為(1/2)"/ft。然而，目前龍門電廠皆以 1/50 ((1/4)"/ft) 來進行檢驗，對於 BOP 部份的 sensing line 斜率是否仍符合規定，請施工處再行澄清。另外，請品保小組針對 sensing line 上 vent valve 之安裝、運作及工程人員的教育訓練是否落實進行確認。



## 核能電廠注意改進事項(續頁)

- (4) 為解決流程管路取訊點之 tapping point 向上設計問題 (一號機 120 點、二號機 200 點)，目前有些案例係採用拆除焊道、改變 tapping point 方向、再重新焊接之作法來解決。請確認此作法是否符合規定並評估是否須重新進行焊道檢驗與水壓測試，另請針對 tapping point 之問題提供一整合性報告送本會備查。
- (5) 視察過程曾檢視各系統之 Instrument Data Sheet，並請核技處針對 G31 系統之 level transmitter (1G31-LT-1009、1G31-LT-1013) 重新計算 data sheet 中所列之 calibration range 是否正確。計算結果顯示 level transmitter 之 calibration range 與實際設計之 tank 水位有落差 (以 1G31-LT-1013 為例，高達 10% 之誤差)，建議核技處應重新針對 Instrument Data Sheet 中之 level transmitter 的 calibration range 的正確性進行確認，以避免造成 calibration range 與現場工程現況不匹配之問題。
- (6) 目前品保小組已針對各式偵測器、感測器、傳送器之安裝與校正作業執行過數次稽查與巡查，稽查發現甚具實質意義，然稽查項目主要著重於儲存作業，校正作業所佔之比例仍低，建議未來品保稽查應隨工程進展加強校正部份的查核。

### (二)現場視察

本次視察實際至 RB 廠房現場查證部分 sensing line 管路敷設與傳送器安裝情形，並至現場與校驗室瞭解傳送器之校正過程。以下為現場視察發現之缺失：

- (1) Sensing line 管路：管路有彎曲與傾斜之現象、液體管路之 tapping point 朝上、sensing line 未加裝 support 等。
- (2) 傳送器：部分校正標籤之有效期未更新，有效日期仍標示為至第一次大修為止、傳送器之旋轉扳手遺失、灰塵沾染、安裝位置不當致使安裝後之傳送器不易讀取顯示幕數值等。

請台電公司針對上述缺失進行改善，並針對安裝至現場之儀錶與 sensing line 再加強保護措施。

## 核能電廠注意改進事項(續頁)

### (三)文件審查

- (1) 各式偵測器、感測器、傳送器施工後測試程序書 (PCT-ICD-035) 與氣動控制閥/氣動風門施工後測試程序書 (PCT-ICD-033) 兩份程序書中僅進行校正紀錄文件審查，並未規範施工後測試 (即安裝後才進行校正，與現行作業採校正後安裝，安裝後不再校正之作法，名實不符，易生誤導)。請補充說明施工後測試以校正來取代是否合理，並評估儀器經由實驗室調校與現場安裝之後是否會有偏差的可能性。
- (2) 目前施工處內部已建立所有系統之儀器校正清單，此清單載明儀器之校驗日期與校驗有效日期。由於儀器種類與數量繁多，為避免儀器超出校驗有效日期 (二年)，建議在各系統移交之後，龍門電廠也應針對各類系統之儀器建立儀器校驗清單，並建立儀器校驗管控機制。
- (3) 自辦系統儀器校正管制作業程序書 (LMP-ICD-013) 中規範傳送器類之校正允收準則為 1%，然由校正紀錄表中卻發現允收準則不一致，有  $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1\%$ 、 $\pm 2\%$  及  $\pm 0.01\text{mA}$  等，請澄清為何同一類型之傳送器但卻採用不同之允收準則。
- (4) 自辦系統儀器校正管制作業程序書 (LMP-ICD-013) 中僅規範壓力傳送器、氣動閥、溫度傳送器、開關類儀器、溫度元件、各式化學分析儀器等校正作業規範，然對於液位元件、液位開關、速度傳送器、ABV 等並未規範其校正作業程序與允收準則，請於程序書中新增上述闕漏儀器之校正作業規範。

參考文件：

## 核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-99-014	日期	99 年 4 月 12 日
廠別	龍門電廠	承辦人	李建智、陳建智 2232-2147
<p>注改事項：龍門計畫第 38 次定期視察建議改善事項-管路與設備安裝及檢驗作業查證部分。</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、 台電公司核技處一號機 ASME Class 1, 2 &amp; 3 之 as-built 查證作業抽查：</p> <p>(一) 台電公司核技處該項作業係針對龍門施工處提供之 certified as-built 圖面執行現場查對作業，核技處雖有依據該圖面等做成相關 checklist 俾便現場核對，但於一開始核技處接收 as-built 圖面時，因並未將 FDDR 及 DCN 等相關資料納入並 revised 成單一圖面，而係由零散且大小不等之多張相關圖面同時並存競合，故相對增加 as-built 現場查對作業之複雜性。因此，針對龍門施工處提供之 certified as-built 圖面等，如何確保其完整性及正確性，是 as-built 查證作業之首要關鍵步驟；爰建議其應有正式之管制機制，以確保施工處提供之 certified as-built 圖面等之完整性及正確性。</p> <p>(二) 因該 as-built 查證作業僅針對 ASME Class 1, 2 &amp; 3 等管路現況查證，而並未將儀控及電氣管線、設備等做有效之查證，故建議龍門核電廠於系統移交時或試運轉前，亦宜就運轉上可能之缺漏予以補強並再進行 as-built walkdown。</p> <p>(三) 發現承包台電公司核技處該項 as-built 之益鼎公司作業中，有將 piping support 過短而不符 tolerance 但可能不致影響實際功能者，逕予不填 WFN 之情形。建議現場 as-built 查證時，只要超過</p>			

## 核能核四廠注意改進事項(續頁)

tolerance 者，即應照實填寫紀錄；至於是否有影響實際功能等，則應由權責單位進行後續評估並處理或結案。

- (四) 建議於本次 as-built 查證作業後，若相關 piping 或設備有增減保溫材等以致可能影響 loading 等情形之虞者，其應有適當管控措施或程序，以管制其相關 piping 或設備於事後是否須再作有關 support 等之 as-built check。

### 二、 EDG 管路作業抽查：

- (一) 進行 EDG 現場查證作業時，發現於 EDG-A 冷却水泵的入口管 1R21-2124-05 上，銲接有其他三支較小管路之支撐架。經查 ASME B&PV Code Sec.Ⅲ之 NF-1132 並無此種以大管直接支撐小管之支撐架方式，並向龍門施工處提出疑問後，ALSTOM 公司告知施工處此等設計已經 ANSYS 程式分析，符合 ASME B&PV Code Sec.Ⅲ之 NF 規定。但依 ASME B&PV Code Sec.Ⅲ之 NCA-1250 規範，支撐架應位於組件及結構之間，故此種設計是否符合法規要求，應再予以澄清。另，EDG-C 亦有類似情形，也請一併澄清。
- (二) 現場查證 EDG 之安裝檢驗表，所有安裝 EDG 時使用之量測儀器(氣泡水平尺、水準儀、液壓扳手、測微儀、千分錶)之校正均尚在有效期限內；惟檢驗表部分，發現部分表格出現會驗人員未簽名之狀況，請改善。

### 三、 RCIC 管路作業抽查：

- (一) RCIC 1E51-SNB-336 液壓式減震器之 cold setting 值，依施工處攜至現場之文件應為 60mm，但現場之 cold setting 卻置於 70mm，請澄清。
- (二) 現場有發現少數 spring hanger 之 cold setting 實際位置與其 mark 不一致之情形，請澄清。
- (三) 一號機 RB Room 313 內 RCIC 1E51-M4015 管段管路保溫材遭踩扁，請改善。

## 核能核四廠注意改進事項(續頁)

(四) 查證 1E51-M8182 ISO 圖之 Class 2 support 1E51-GUD-804016 安裝現況，其與 1E51-GUD-804004 管架共構，現場 1E51-GUD-804004 與結構相連接之鐸道已被切除，但由其相關之 1E51-GUD-804016 檢驗表卻顯示已完成鐸接檢驗；另查共構管架 1E51-GUD-804004 檢驗文件，亦標示其已完工，均顯示現況與文件不一致。而該管架係何時、由何人予以切除，已無從得知，且亦無任何鐸道修理紀錄。請澄清並改善之。

(五) 查證 1E51-M8184 Class 1 管路系統安裝作業，發現其檢驗表紀錄之管線為 Class 1 而管架現場之標示為 NPT Class 2；惟龍門施工處經辦組表示其管線及支架均為 Class2。二者不一致，請澄清。

### 四、其他設備安裝作業抽查：

(一) 一號機 RB 內 1R51-EPEN-0001N3 之接線箱旁，發現 cable tray 有 overfill 之虞情形，請澄清並改善之。

(二) 於一號機 RB 現場巡視中，發現有許多纜線接線箱/盒未封蓋，請改善。

(三) 於一號機 RB 現場巡視中，發現有一些 cable 散置現場路面而任人踩踏經過之情形，請改善。

### 五、NDE 人員資格及設備抽查：

查證龍門施工處 NDE 人員與施工處對承商 NDE 人員管制情形，發現其中之華榮檢測公司同時承包施工處非破壞檢測第四期工程與詹記公司儀控系統設備安裝工程非破壞檢測項目 (ASME 等級)，但從檢測人員資格名冊中無法有效區別其差異；經查詹記公司對其下包商華榮檢測公司之檢測人員另有授予資格編號，因此建議 NDE 課應將此詹記公司之資格編號納入資格名冊中管制，以有效區別分屬不同品保系統之檢測人員。

參考文件：



照片一 Sensing line 管路彎曲



照片二 Sensing line 管路傾斜





照片三 液體管路 tapping point 朝上



照片四 Sensing line 未加裝 support



照片五 校正標籤有效期未更新



照片六 傳送器之旋轉扳手遺失





照片七 傳送器灰塵沾染



照片八 安裝位置不當致使安裝後之傳送器不易讀取顯示幕數值



照片九 第 38 次定期視察前會議



照片十 本處視察員審查系統移交成套文件



照片十一 第 38 次定期視察後會議徐副處長下視察結論